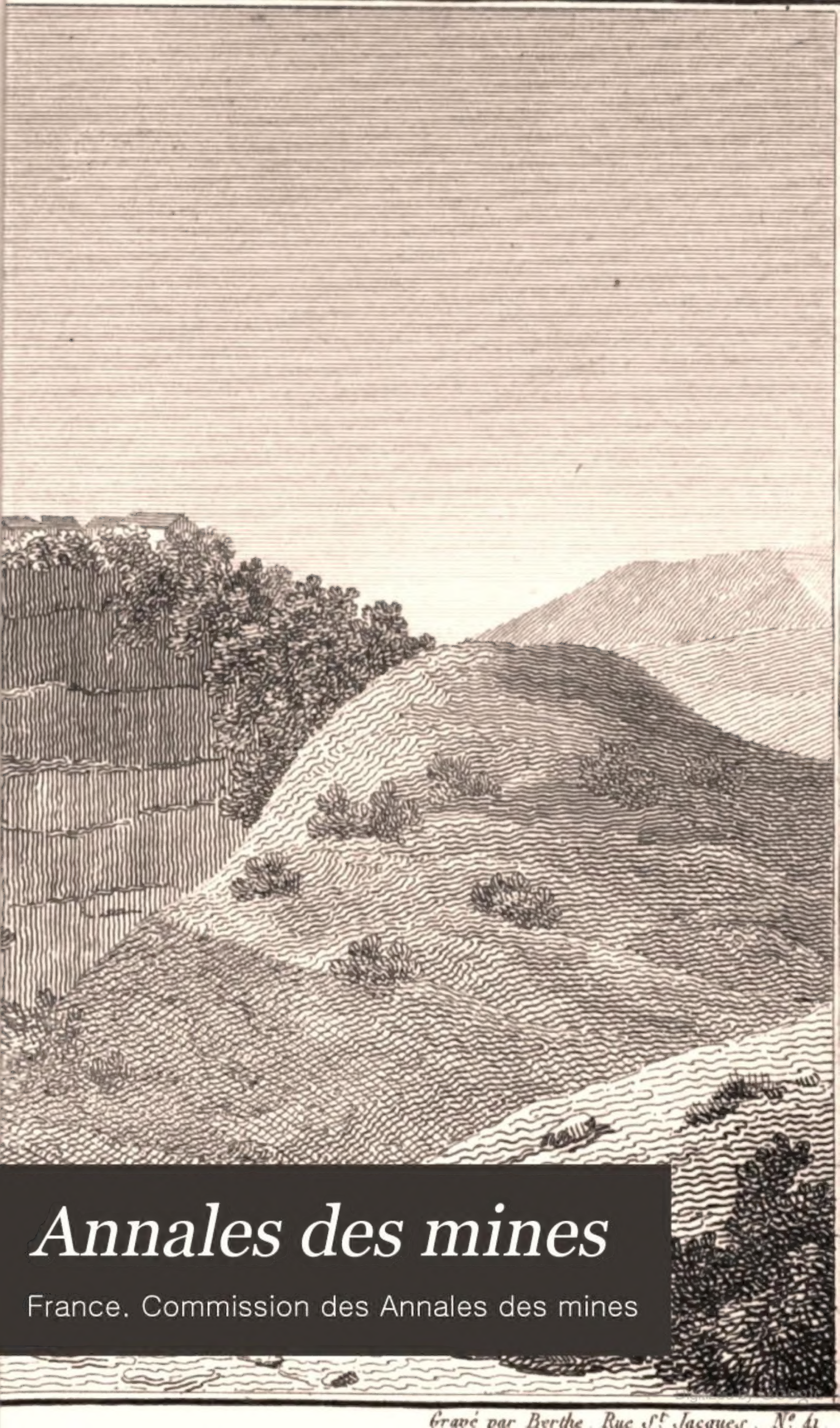

Annales des mines
France. Commission des Annales des mines
Gravé par Berthe, Rue St. Jacques, N° 4





ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES,

ET SUR LES SCIENCES QUI S'Y RAPPORTENT;

Rédigées par le Conseil général des Mines,

PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Conseiller d'Etat, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.



DEUXIÈME SÉRIE.

TOME IV.

A PARIS,

Chez TREUTTEL et WÜRTZ, Libraires, rue de Bourbon, n°. 17; et même Maison de Commerce,

A LONDRES, 30 Soho-Square, et à STRASBOURG, rue des Serruriers, n°. 3.

1828.

NOUVEL AVIS

A MM. LES SOUSCRIPTEURS.

Il a été décidé que la *première série* des *Annales des Mines* se terminerait avec le volume XIII. Une table analytique des matières contenues dans cette série en formera le quatorzième volume.

D'après cette décision, le présent volume est le *quatrième de la deuxième série*.

Les *Annales des Mines* continueront de paraître, de *deux mois en deux mois*, par livraisons, dont chacune comprendra, au moins, *dix feuilles* d'impression.

Les six livraisons d'une même année formeront *deux volumes*. On y joindra les tableaux, cartes et planches nécessaires à l'intelligence du texte.

Le prix de la souscription sera toujours de *vingt francs*, par an, pour Paris, et de *vingt-quatre francs* pour les Départemens.

On s'abonne, à Paris, chez MM. Treuttel et Würtz, libraires, rue de Bourbon, n°. 17, ainsi que dans leurs maisons établies à Londres, 30 Soho-Square, et à Strasbourg, rue des Serruriers, n°. 3.

On a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, à titre d'échange, aux Rédacteurs des ouvrages périodiques qui sont relatifs aux sciences et aux arts.

Paris. — Imprimerie de Madame Huzard (née Vallat la Chapelle), rue de l'Eperon, n°. 7.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES

SUR

Les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du lias;

PAR M. L. ÉLIE DE BEAUMONT, Ingénieur des Mines.

II. FORMATIONS DU GRÈS BIGARRÉ, DU MUSCHELKALK ET DES MARNES IRISÉES.

[Suite] (1).

(*Environs de Lunéville.*)

Terrains des environs de Lunéville.

§ 26. Les environs de Lunéville, de Charmes, de Rambervillers et de Raon-l'Etape, présentent les mêmes formations que ceux de Bourbonne-les-Bains, c'est-à-dire le grès bigarré, le muschelkalk et les marnes irisées. L'ordre de la superposition de ces trois formations est ici moins facile à observer que dans les environs de Bourbonne; mais les caractères des deux premières sont beaucoup mieux marqués. L'identité des couches auxquelles je donne le même nom dans les deux localités ne peut, au reste, être l'objet d'un doute; car chacune d'elles, en particulier, pourrait être suivie sans interruption de l'une des localités à l'autre.

Identité de ces terrains avec ceux des environs de Bourbonne-les-Bains.

Grès bigarré; ses rapports de position avec le grès des Vosges.

Je vais, comme dans l'article précédent, commencer la description de ces divers terrains par celle du grès bigarré, qui forme la partie inférieure de la série. Je chercherai, avant tout, à faire connaître les rapports qui existent ici entre le grès bigarré et le grès des Vosges, qui for-

(1) Voyez la première partie de ces observations dans les *Annales des Mines*, 2e. série, T. I, p. 393.

ment les premières lignes des montagnes au pied desquelles se terminent les plaines de la Lorraine, au S.-E. de Lunéville.

A Baccarat, le fond de la vallée de la Meurthe est creusé dans le grès des Vosges, qui supporte le grès bigarré. On voit, des deux côtés de la vallée, des escarpemens formés par des couches très-solides de grès des Vosges, renfermant beaucoup de galets de quarz gris rougeâtre et blanc, et appartenant à la partie supérieure de cette formation. A mesure qu'on remonte la vallée de la Meurthe, en se dirigeant vers Raon-l'Etape, on voit le grès des Vosges s'élever de plus en plus haut sur les pentes de la vallée, et il constitue, à lui seul, les sommets des montagnes qui environnent cette dernière ville.

En allant de Raon-l'Étape à Bruyères, on marche tantôt sur le grès des Vosges et tantôt sur le grès bigarré. On traverse également la jonction du grès des Vosges et du grès bigarré, en allant de Bruyères à Rambervillers. Dans plusieurs de ces points, comme dans quelques autres où j'ai eu occasion de les examiner, ces deux formations m'ont paru juxta-posées de la manière représentée Pl. I, *fig.* 1, où X indique le grès des Vosges et H le grès bigarré. Cette circonstance, jointe à la différence minéralogique, constante et tranchée, qui existe entre les assises supérieures du grès des Vosges et le grès bigarré, me paraît indiquer que ces deux grès appartiennent à deux formations distinctes.

Composition de la formation du grès bigarré.

Dans cette contrée, comme du côté de Plombières et de Bourbonne, la formation du grès bigarré se compose d'un grand nombre de couches d'un grès à grain fin, d'un aspect plus ou

moins terreux, d'une couleur amaranthe, gris bleuâtre ou jaune sale, plus ou moins ocreux. On y trouve quelquefois de petits galets quarzeux, mais toujours en moindre nombre et moins gros que dans le grès des Vosges. Les couches inférieures de la formation ont souvent une épaisseur de plus d'un mètre. Cette épaisseur diminue à mesure qu'on s'élève des plus anciennes vers les plus récentes. Les couches supérieures sont minces et divisées en feuillets par un grand nombre de fissures de stratification chargées d'une multitude de paillettes minces de mica argentin. Dans les strates épaisses des couches inférieures, on voit des paillettes du même mica dispersées irrégulièrement dans la masse.

Dans la contrée qui nous occupe, on exploite différentes couches de cette formation pour les mêmes usages que du côté de Plombières. Les couches épaisses de la partie inférieure fournissent des pierres de taille susceptibles de recevoir les formes les plus délicates. Des couches plus minces et plus élevées donnent de très-bonnes meules à aiguiser : on cite particulièrement sous ce rapport la carrière de Merviller, à une lieue au N.-N.-E. de Baccarat. Les couches fissiles de la partie inférieure ne produisent que des dalles, qu'on emploie à paver et quelquefois même à couvrir les maisons.

Coquilles fossiles dans le grès bigarré, à Domptail.

Un peu au midi de Domptail, dans un canton dont le sol est formé uniquement par le grès bigarré, on trouve des carrières assez considérables, dans lesquelles cette roche est exploitée comme pierre de taille. Elles ont environ 10 mètres de profondeur. La moitié inférieure de

la masse exploitée est formée de bancs épais d'un grès à grain fin, d'un aspect un peu terreux, quoique solide, d'un brun rougeâtre ou jaunâtre, parsemé de paillettes de mica et traversé par des fissures de stratification qui font divers angles avec les plans à peu près horizontaux de séparation des couches. Au-dessus, se trouve une couche de 4 à 5 décimètres d'épaisseur, d'un grès marneux très-micacé et très-fissile, d'un rouge amaranthe assez prononcé; celle-ci est recouverte par une autre de 5 à 6 décimètres d'un grès assez solide, d'un jaune ocreux sale, un peu micacé et un peu schisteux, renfermant une très-grande quantité d'empreintes végétales (calamites). Cette dernière couche se lie intimement à celle qui la recouvre et qui est la plus remarquable de la carrière. Elle consiste en un grès à grain fin, un peu micacé, d'un jaune brunâtre, dû à un mélange considérable d'hydrate de fer, qui est *pétri* d'une *multitude* de moules intérieurs de coquilles univalves et bivalves, dont le test a entièrement disparu et a été remplacé par une matière noire, ocreuse et d'une consistance terreuse. Ce banc coquillier se lie par sa partie supérieure à un banc de grès sans coquilles et sans empreintes, d'un brun jaunâtre ou rougeâtre, qui le recouvre et qui est suivi de plusieurs autres de même nature, c'est-à-dire non coquilliers. Enfin, en approchant de la surface du sol, on trouve un grès à grain fin, de couleur rouge ou gris bleuâtre, très-fissile et très-micacé.

D'après les recherches de M. Lefroy, les coquilles fossiles du grès bigarré de Domptail paraissent se rapporter aux espèces suivantes :

Univalves.

Melania? scaluta (Lefroy); strombites scalatus (Schlotheim).

Natica, espèce inédite (Lefroy).

Bivalves.

Mytilus eduliformis. . . . . (Schlotheim).

Cypricardia socialis (Lefroy), mytilus socialis (Schlotheim).

Triogonia vulgaris (Lefroy), trigonellites vulgaris (Schlotheim).

M. Gaillardot, docteur en médecine à Lunéville, a publié des détails plus étendus sur les fossiles de Domptail, et en a dessiné plusieurs dans les *Annales des Sciences naturelles*, t. VIII, page 286.

Muschelkalk entre Domptail et Lunéville.

§ 27. Le village de Domptail et celui de Magnières sont situés à peu près sur la ligne de jonction du grès bigarré et du muschelkalk, qui le recouvre en formant un plateau, terminé vers le S.-E. par des pentes assez rapides.

Si, de Magnières, on se rend à Lunéville par la grande route qui suit la vallée de l'Aune et ensuite celle de la Meurthe, on marche jusqu'au-delà de Réhainvillers sur le muschelkalk, qu'on voit presque par-tout à découvert. Le fond et le flanc droit de la vallée sont constamment formés par cette formation, qui y présente en abondance tous les fossiles qui lui sont propres. Elle y est en même temps très-bien caractérisée sous le rapport de la composition minéralogique. Les couches solides, dont l'épaisseur varie ordinairement de 2 à 4 ou 5 décimètres, se composent principalement d'un calcaire compacte, d'un gris

Sa composition minéralogique.

de fumée passant au gris verdâtre. La cassure, unie et souvent conchoïde en grand, est tantôt esquilleuse et tantôt inégale, ou même terreuse en petit; ce qui constitue deux variétés de texture, qu'on voit fréquemment se mélanger l'une avec l'autre dans les mêmes blocs sous forme de veines lenticulaires. La variété à cassure esquilleuse est souvent parsemée de parties spathiques, qui sont évidemment des débris de corps marins. Quelquefois les coquilles sont plus ou moins entières et présentent, sur la cassure, une ligne courbe et brillante. Quelquefois aussi, étant presque entières, elles présentent dans leur intérieur un calcaire, qui diffère plus ou moins, par sa teinte ou sa cassure, de celui dans lequel elles sont empâtées; très-souvent encore les parties cristallines, dues à des débris de corps marins, sont accompagnées de petites taches ocreuses. La variété de calcaire dont la cassure est plus ou moins terreuse, est celle qui se trouve le plus fréquemment vers la surface des blocs. Elle semble former le passage du calcaire aux petites veines marneuses qui séparent les diverses couches les unes des autres, et dont la facile destruction par l'action des eaux met à découvert les fossiles adhérens aux parties solides.

Dans les carrières de Xermamenil, qui sont du nombre de celles où le muschelkalk renferme des ossemens de sauriens et de tortues, la roche calcaire présente plusieurs variétés différentes de celles qui viennent d'être décrites. Le calcaire compacte gris y prend un aspect plus marneux qu'à l'ordinaire. Il contient des couches d'un calcaire compacte, bleu dans l'intérieur des blocs, et jaunâtre vers leur surface, pétri d'une multitude

de petits fragmens de coquilles (probablement des térébratules), couchés dans le sens de la stratification, et qui en font une véritable lumachelle. On voit aussi, dans la même carrière, plusieurs couches d'un calcaire compacte, d'un gris jaunâtre, à cassure inégale et terreuse, dont certaines parties sont remplies de coquilles dont le test a été détruit et remplacé par une matière ocreuse, et qui présente des lits de silex, d'un gris noirâtre plus ou moins foncé.

A Réhainvillers, village situé à la jonction de la vallée de l'Aune avec celle de la Meurthe, le sol est formé par les assises supérieures du muschelkalk. On voit près de ce village plusieurs carrières qui sont ouvertes sur un calcaire compacte gris, renfermant divers fossiles, notamment des térébratules, des mytilus et des ossemens de sauriens et de tortues. Ce calcaire alterne en couches quelquefois assez minces avec des couches d'une argile verte, employée pour la fabrication de la poterie, et qui paraît former un passage aux marnes irisées : aussi les couches qu'on voit dans les carrières de Réhainvillers plongent-elles à l'O. et paraissent-elles s'enfoncer sous les marnes irisées, qui se montrent en face, dans les collines qui forment les rives opposées de l'Aune et de la Meurthe. Les carrières que présente cette vallée et les nombreux tas de pierres qu'on y voit relevés autour des cultures sont le champ des recherches de M. Gaillardot, médecin à Lunéville, qui a réuni un grand nombre de fossiles du muschelkalk, dont il a fait part à M. Cuvier et à M. Brongniart. M. Cuvier a même décrit, d'après les échantillons et les notes qu'il a reçus de M. Gaillardot, les ossemens de grands sauriens

et de tortues qui se trouvent dans le muschelkalk de cette contrée. (Voy. *Recherches sur les ossemens fossiles*, t. V, 2[e] part., p. 355.)

Fossiles du muschelkalk entre Domptail et Lunéville.

Espérons que la science sera bientôt redevable d'une liste complète des fossiles du muschelkalk de la vallée de la Meurthe à M. Gaillardot et à M. Mougeot, qui en possèdent des collections aussi remarquables par le nombre des espèces que par la beauté des individus. Je ne puis citer ici qu'un petit nombre de fossiles, que j'ai pour la plupart recueillis moi-même, et dont je dois la détermination à M. Lefroy et à M. Brongniart. Ces espèces sont les suivantes :

Encrinites moniliformis (Miller), encrinites liliformis (Schlotheim);

Ammonites nodosus (Schlotheim);

Ammonites semipartitus (Schlotheim);

Nautilus bidorsatus. Nautilites bidorsatus, (Schlotheim).

Cypricardia socialis (Lefroy), mytulites socialis (Schlotheim).

Mytilus eduliformis. Mytulites eduliformis (Schlotheim).

Terebratula vulgaris, terebratulites vulgaris ou subrotunda (Schlotheim).

Plagiostoma striata (Lefroy), chamites striatus (Schlotheim).

Trigonia pes anseris (Lefroy), trigonellites pes anseris (Schlotheim).

Ostracites pleuronectilites (Schlotheim).

Coquilles turbinées (moules intérieurs de plusieurs espèces).

Rhincolites Gaillardoti (Schlotheim).

Rhincolites hirudo (Schlotheim).

Cette liste est certainement très-incomplète;

Remarques générales sur les fossiles du muschelkalk.

cependant elle comprend tous les fossiles que j'ai vus revenir fréquemment et en abondance dans les diverses localités où j'ai eu occasion d'examiner la formation du muschelkalk, tant sur les pentes des Vosges, que sur celles du Schwartzwald, et sur celles des montagnes des Maures (Var). On n'y remarque ni productus ni bélemnites. En effet, je n'ai jamais remarqué la moindre trace de ces fossiles dans le muschelkalk, et je ne sache pas qu'on en ait jamais trouvé dans aucune couche de muschelkalk bien avéré. Si des bélemnites ont quelquefois été citées dans cette formation, je crois que ce n'a été que par des observateurs qui confondaient le lias avec le muschelkalk. On peut probablement en dire autant pour les gryphées. Je n'ai distingué dans le muschelkalk que deux ammonites, peut-être y en existe-t-il un plus grand nombre; mais ce qui m'a surtout frappé, c'est que, dans aucune des ammonites de cette formation que j'ai eu occasion de voir, je n'ai aperçu de ces festons compliqués, de ces persillures qui, dans des ammonites moins anciennes, marquent si souvent la jonction des cloisons avec l'enveloppe extérieure, mais que toutes, au contraire, ont des cloisons à inflexions simples, quoique multipliées, et qui présentent, seulement dans certaines parties de leur courbure, de petites dentelures pareilles aux dents d'une scie. Je crois, d'après cela, qu'on peut déjà pressentir que deux des caractères zoologiques de la formation du muschelkalk en Europe seront : 1°. qu'elle se distingue du zechstein, parce qu'on n'y trouve plus le genre productus; 2°. qu'elle se distingue du lias, parce qu'on n'y voit pas encore paraître les bélemnites,

les ammonites persillées et les gryphées (à moins cependant, relativement aux gryphées, qu'on ne finisse par rapporter à ce genre une coquille épaisse, assez fréquente dans le muschelkalk, mais qui, ne se trouvant que rarement bien entière, n'a pas encore été suffisamment étudiée).

Ne m'étant jamais occupé d'une manière spéciale de l'étude des êtres organisés, je n'insiste sur ces remarques que dans l'intérêt de la géologie; il me semble que, dans l'état actuel de cette science, il serait d'un grand intérêt que les observateurs fissent connaître s'il existe en Europe des couches contenant des productus, qu'on puisse avec certitude regarder comme plus récentes que le zechstein, ou des couches contenant des bélemnites qu'on puisse, sans crainte d'erreur, regarder comme plus anciennes que le lias (1).

Muschelkalk et marnes irisées près de Rambervillers.

§ 28. La ville de Rambervillers est située à peu près sur la ligne de jonction du grès bigarré et du muschelkalk, et, en se dirigeant de cette ville vers la côte d'Essey, on marche presque toujours sur le muschelkalk, sur lequel on voit, en quelques points, des lambeaux peu épais de marnes irisées, qui paraissent avoir échappé à la destruction qu'a éprouvée, dans ces endroits, le reste de cette formation.

Marnes irisées et basalte de la côte d'Essey.

Près du village de Haillainville, on entre tout-à-fait dans les marnes irisées, qui constituent toute la côte d'Essey, à l'exception du petit pla-

(1) Voyez une note sur un gisement de végétaux fossiles et de bélemnites, situé à Petit-Cœur, en Tarantaise, que j'ai publiée dans les *An. des Sciences naturelles*, juin 1828.

teau de grès du lias et du petit dôme de basalte qui forment son sommet. A quelque distance au-dessous de l'affleurement du grès du lias, on voit affleurer le calcaire magnésifère compacte, esquilleux et quelquefois celluleux, qui forme une des couches les plus constantes de la formation. Il paraît, d'après M. Gaillardot (1), qu'un peu au-dessous de ce calcaire on trouve des couches de grès, comme j'ai dit que cela a lieu constamment aux environs de Bourbonne-les-Bains.

J'ai cherché à indiquer, dans la *fig.* 3, Pl. I, la disposition des couches dont je viens de parler, ainsi que la position du chapeau basaltique qui couronne la côte d'Essey :

K, muschelkalk; I, marnes irisées; *c*, couche de calcaire magnésifère dans les marnes irisées;

N, grès inférieur du lias; *b*, basalte.

En allant de la côte d'Essey à Charmes, on rencontre le muschelkalk dans le fond d'un vallon entre Saint-Broing et Saint-Remy-aux-Bois. Il y est clairement recouvert par les marnes irisées, sur lesquelles on marche jusqu'au bord de la Moselle, en face de Charmes, et qui, dans tout cet espace, se montrent plus ou moins à découvert.

§ 29. La petite ville de Charmes, département de la Moselle, est bâtie sur la rive gauche de la rivière de ce nom, près du point où elle cesse de couler sur la formation du muschelkalk pour entrer dans celle des marnes irisées, qui lui est immédiatement superposée. Il résulte de cette disposition que le muschelkalk ne se montre

Muschelkalk près de Charmes.

(1) *Notice géologique sur la côte d'Essey*; par M. C.-A. Gaillardot. Lunéville, chez Guibal, 1818.

qu'au fond de la vallée, sur les rives mêmes de la Moselle; tandis que les collines, qui s'élèvent de part et d'autre à des hauteurs variables, sont formées par les marnes irisées : les plus hautes sont même couronnées par le calcaire à gryphées arquées (lias des Anglais), accompagné du grès quarzeux, qui, dans cette contrée, fait toujours partie de ses assises inférieures.

Le rivage escarpé qui borde la Moselle sur la rive droite, en face de Charmes, présente des couches d'un calcaire compacte, gris de fumée, contenant des strates marneuses, qu'on reconnaît aisément pour appartenir aux assises supérieures du muschelkalk; il contient différens fossiles propres à cette formation, et notamment l'*ammonites nodosus*, la *terebratula vulgaris* ou *subrotunda*, la *cypricardia socialis*, le *plagiostoma striata*, etc. : ces couches calcaires paraissent plonger légèrement vers le N.-O.

Marnes irisées près de Charmes.

§ 30. A l'O.-N.-O. de Charmes, le côté gauche de la vallée est assez escarpé, et cet escarpement est formé en partie par un gypse, tantôt compacte, tantôt fibreux, gris, blanc ou rose, *g*, Pl. I, *fig.* 2, accompagné de marnes, les unes bigarrées, et les autres noires, et de couches d'un calcaire caverneux très-grossier. Cette réunion me paraît caractériser la partie inférieure des marnes irisées.

En s'élevant davantage sur le flanc de la même colline, on trouve une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur, subordonnée à des marnes irisées, d'un grès un peu micacé, peu dur et même un peu terreux, d'un brun rougeâtre et d'un jaune grisâtre mélangés par veines. Ce grès est presque intermédiaire, par sa nature minéralogique comme

par sa position, entre le grès bigarré et le grès du *lias*; mais il ne doit être confondu ni avec l'un ni avec l'autre.

Un peu plus haut, on voit une couche *c* de 2 à 3 mètres d'épaisseur d'un calcaire blanc jaunâtre, compacte, à cassure esquilleuse. Cette couche, qui plonge au N.-O. sous un angle assez sensible, de même que celles qui la supportent et qui la recouvrent, constitue cependant une espèce de plateau, dans lequel des carrières sont ouvertes. Ce calcaire ne manque jamais de se retrouver avec les mêmes caractères et à peu près avec la même puissance, vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées.

Le banc de grès et le banc de calcaire dont je viens de parler ressemblent parfaitement à ceux qui se trouvent près de l'orifice des puits de la mine de Vic. Il ne manque ici que le sel gemme pour avoir au jour l'équivalent du système dans lequel on a poussé les travaux de cette mine.

En continuant à s'élever sur la pente de la colline, dans la direction de l'O.-N.-O., on marche pendant quelque temps sur les marnes irisées ordinaires, mais ensuite elles deviennent d'un gris verdâtre; ce qui annonce ordinairement qu'on touche à leur partie supérieure : aussi trouve-t-on presque aussitôt des couches minces de marne noire très-schisteuse et de grès quarzeux jaunâtre, peu solide, qui sont le commencement de la formation du grès inférieur du lias. Après un petit nombre d'alternatives de ces couches avec les marnes verdâtres, on ne voit plus, sur une épaisseur de quelques mètres, que le grès quarzeux, qui est jaunâtre, à grain fin, un peu friable. Au-dessus, on trouve le lias, qui forme le sommet de la col-

line, et qui est ici, comme par-tout ailleurs, un calcaire compacte bleu, un peu marneux, avec des parties spathiques contenant beaucoup de gryphées arquées, de plagiostomes, etc.

En allant de Charmes à Chatenoy, on marche jusqu'au village de Rouvres sur les marnes irisées ou sur le grès inférieur du lias, qui forme le sommet de plusieurs collines. Les marnes irisées sont très-bien développées dans ce canton; on y voit très-bien le grès et le calcaire compacte, esquilleux, jaunâtre, qui se trouve à leur partie moyenne. On remarque aussi, vers leur partie supérieure, divers lits de calcaire caverneux et de calcaire compacte en rognons semblables à ceux qu'on voit à Vic dans la même position, et qu'on y désigne sous le nom de crapaud. De Rouvres à Chatenoy, on marche sur le lias.

(*Bords de la Sare.*)

Disposition générale des terrains dans la vallée de la Sare.

§ 31. La Sare prend sa source dans les montagnes de grès des Vosges qui avoisinent le Grand-Donon, et qui sont des plus considérables de celles que constitue ce grès dans le système des Vosges. Après avoir coulé pendant quelques lieues dans cette formation, la Sare en sort près de Niederhoff pour entrer dans le grès bigarré et bientôt après dans le muschelkalk.

Depuis Obersteinsel, près Sarbourg, jusqu'à Meitzheim, au-dessus de Sarguemine, elle coule sur les marnes irisées en laissant tout entière sur la rive droite, entre elle et les Vosges, la zône de muschelkalk, dont elle ne s'éloigne que très-peu. Elle retraverse ensuite cette zône, puis celle du grès bigarré et celle du grès

rouge, pour atteindre, dans le pays de Sarebruck, les couches de la formation houillère, sur lesquelles elle coule pendant quelque temps. Elle en ressort bientôt après pour rentrer, encore à travers le grès rouge, dans les formations du grès bigarré et du muschelkalk, qu'elle quitte définitivement, près de Mettloch, pour aller se jeter dans la Moselle, à Contz, après avoir circulé pendant quelque temps au milieu des collines de roches de transition qui forment la lisière du Hundsrück.

On conçoit, d'après cela, que la vallée de la Sare et les contrées qui l'avoisinent présentent de nombreuses occasions d'étudier les formations qui nous occupent en ce moment, et d'observer leurs rapports de position. Je vais rapporter successivement les observations que j'ai été à même d'y faire à ce sujet, en les rangeant dans l'ordre géographique dans lequel se présentent, en suivant le cours de la Sare, les lieux où elles ont eu lieu.

Grès bigarré, muschelkalk près de St.-Quirin.

§ 32. Le cours d'eau qui retient jusqu'à sa source le nom de Sare, et les autres cours d'eau qui, après s'être réunis, viennent le grossir à Lorquin, prennent également naissance dans les montagnes de grès des Vosges, et en sortent près de Niederhoff, de Saint-Quirin et d'Elberschweiller, pour entrer dans le grès bigarré. La vallée à l'entrée de laquelle est bâtie la manufacture de glaces de Saint-Quirin, est creusée dans le grès des Vosges. En suivant la route de Lorquin, on voit, près de la chapelle de Notre-Dame-de-Laure, des couches épaisses et homogènes de grès, qui paraissent appartenir à la partie inférieure de la formation du grès bigarré. On voit des couches

d'un aspect analogue et que tout indique être les mêmes sur les deux flancs de la vallée d'Elberschweiller, tout près de ce village. Plus haut, la vallée de la Rouge-Eau est creusée dans le grès rouge des Vosges. A Niederhoff, on voit, sur la rive gauche de la Sare, des couches d'un grès de couleur rouge amaranthe et gris bleuâtre, très-fissile et très-micacé. Elles s'inclinent légèrement vers l'O. et paraissent appartenir aux assises supérieures du grès bigarré. Je les ai vues reparaître près de Montigny. Le grès bigarré occupe, dans cette contrée, une zône continue entre le grès des Vosges, sur lequel il s'appuie, et le muschelkalk, par lequel il est recouvert et dont je vais maintenant dire quelques mots.

Cette formation se présente ici sous la forme d'un calcaire le plus souvent compacte, à cassure conchoïde, d'un gris plus ou moins foncé, renfermant fréquemment des entroques circulaires très-nettes et très-miroitantes. On y trouve des couches qui sont pétries d'une immense quantité de bivalves brisées, et qui se divisent en plaques minces, des masses à surface mamelonnée de calcaire compacte, renfermées dans des couches moins solides et un peu marneuses, et des masses cloisonnées provenant aussi de couches marneuses, accidens que nous avons déjà signalés, § 15, comme se présentant dans le muschelkalk des environs de Provenchères, de Serécourt et de Fresne-sur-Apance; on y voit aussi du quarz blanc celluleux, et du quarz noirâtre rubané, très-fragile, qui, comme nous le verrons plus tard, accompagnent le muschelkalk en plus grande abondance dans la vallée du Rhin. J'ai observé ce calcaire en place dans la colline qui domine au N.-O. le

village de Fraquelsing, près Niederhoff. Loin d'être isolée, cette colline fait partie d'une rangée de hauteurs pareilles et composées de la même manière, qui, d'une part, s'étend au S.-E., en passant près de Baccarat, pour aller se rattacher à celles de Domptail et de Magnières déjà citées § 27, et qui, d'autre part, se prolonge au loin vers le N.-E. dans une direction opposée. Ces collines forment la tranche d'un plateau peu élevé, qui court parallèlement à la bande de grès bigarré signalée ci-dessus, et qui, s'abaissant peu à peu vers le N.-O., disparaît sous les marnes irisées qui paraissent aux environs de Lunéville, de Blamont et de Heming, et se prolongent sans interruption jusqu'à Dieuze, Vic et Château-Salins.

Grès bigarré près de Phalsbourg.

§ 33. La montagne de Saverne présente vers l'Est, c'est-à-dire du côté qui regarde la vallée du Rhin, une pente très-raide, ou une espèce d'escarpement, qui ne laisse voir, depuis le bas jusqu'au haut, que le grès des Vosges, dont les couches, à très-peu près horizontales, se dessinent çà et là à travers la forêt. A partir du sommet de cette montagne, le terrain s'abaisse vers l'Ouest, suivant une pente très-douce, et en suivant la route de Phalsbourg, on marche pendant quelque temps sur la surface du grès des Vosges; mais on ne tarde pas à apercevoir un changement dans la nature du sol, et on reconnaît alors que sa surface est formée par le grès bigarré, qui s'étend sur le grès des Vosges, dans lequel on voit aisément que sont creusées toutes les vallées qu'on aperçoit à droite et à gauche. Une carrière est ouverte dans le grès bigarré près de l'embranchement de la grande route de Phalsbourg avec

2.

le chemin d'Ingeweiller. Les couches qu'elle met à découvert penchent vers l'Ouest. Le grès y est d'un grain fin, peu dur, sans noyaux de quarz, d'une couleur rouge amaranthe, gris bleuâtre ou gris jaunâtre : ces teintes contrastent aussi bien que le grain fin et terreux de la roche avec la teinte uniformément rouge de brique et le grain net et même un peu cristallin que présente le grès des Vosges de la descente de Saverne. Elles se montrent séparément dans des couches alternatives, et forment aussi des taches les unes au milieu des autres. Les couches inférieures de la carrière sont épaisses et peu schisteuses; les couches supérieures, au contraire, sont minces et se divisent aisément en feuillets très-minces : elles contiennent beaucoup de paillettes de mica blanchâtre, qui, étant disposées parallèlement à la stratification, produisent cette disposition schisteuse. Ce grès renferme des noyaux très-aplatis d'argile bleue; mais on y chercherait en vain ces galets de quarz blanc et gris rougeâtre si abondans dans certaines couches du grès des Vosges de la montagne de Saverne, et dont il est rare de le voir entièrement exempt sur une grande épaisseur.

La carrière dont nous parlons rappelle entièrement celles des environs de Plombières et plusieurs autres déjà citées dans la même formation, et on ne saurait un instant méconnaître que les couches qu'elle présente appartiennent au grès bigarré.

Un peu au-delà de Phalsbourg, en suivant la route de Sarbourg, on commence à voir des lambeaux de muschelkalk paraître sur le grès bigarré. Bientôt ce calcaire cache entièrement le

grès et finit par constituer tout le terrain jusqu'à ce qu'au-delà de Heming il disparaisse à son tour sous les marnes irisées, qui, de là, s'étendent sans interruption jusqu'à la Seille.

Muschelkalk et marnes irisées aux environs de Sar-Albe.

§ 34. A partir des localités dont je viens de parler, les zônes parallèles de grès bigarré et de muschelkalk continuent à se prolonger N.-N.-E. le long des Vosges jusqu'à Bitche et au-delà. Je n'ai pas eu occasion d'étudier le grès bigarré dans cet intervalle; mais, aux environs de Bouquenom et de Sar-Albe, j'ai pu observer le muschelkalk et les marnes irisées.

A l'Est d'une ligne tirée de Bouquenom à Ormingen (à 2 lieues Est de Sar-Albe), le sol est formé par le muschelkalk, qui constitue des collines et des plateaux assez élevés. Il présente plusieurs variétés de calcaires, que je crois devoir encore décrire, pour mettre le lecteur à même de bien juger quelles sont celles qu'on rencontre le plus habituellement dans cette formation. Les plus communes sont, comme à l'ordinaire, un calcaire compacte, d'un gris de fumée, à cassure conchoïde, quelquefois un peu esquilleuse en petit, et un calcaire compacte, d'un gris plus clair, passant quelquefois au gris jaunâtre ou verdâtre, à cassure unie en grand et inégale en petit, esquilleuse et d'un aspect un peu terreux. Ces deux variétés se trouvent souvent réunies dans les mêmes strates: elles présentent alors la forme de veines plus ou moins exactement lenticulaires, qui s'entrelacent et se fondent les unes dans les autres près de leurs points de contact. On trouve aussi très-souvent dans le muschelkalk de cette contrée des veines d'un calcaire compacte, à cassure unie et un peu esquilleuse, tan-

tôt bleu et tantôt brun, dans lequel on aperçoit une immense quantité de petits fragmens de coquilles et beaucoup de petites parties spathiques, qui paraissent être soit des fragmens encore plus petits de corps marins, soit des cristallisations calcaires qui ont rempli des vides laissés par des fragmens de corps organisés qui se sont décomposés. Les couches que forme le calcaire sont souvent séparées par des veinules de marne. Lorsque les blocs calcaires sont exposés à l'air, cette croûte marneuse est promptement entraînée par la pluie et laisse voir la surface du calcaire solide, qui présente le plus souvent un aspect un peu terreux et comme sableux. On remarque souvent sur cette surface de petites masses calcaires alongées, cylindroïdes, de 7 à 8 millimètres de diamètre, qui y sont fortement adhérentes, et qui, souvent, se traversent mutuellement sous des angles variables; c'est aussi sur les surfaces des blocs dégagés de leur croûte terreuse qu'on trouve les échantillons les plus nets des fossiles qui y sont répandus en grand nombre, mais le plus souvent trop empâtés dans la pierre, pour qu'on puisse les déterminer. J'ai trouvé adhérentes à la surface de quelques-uns de ces blocs des entroques, qui, souvent, sont en même temps répandues en grande quantité dans l'intérieur de la masse et qui appartiennent à l'*encrinites liliformis*, à l'*ammonites nodosus*, au *mytilus eduliformis*, à la *cypricardia socialis*, à l'*ostracites pleuronectilites*, à la *terebratula vulgaris* ou *subrotunda*, au *plagiostoma striata* et un moule intérieur de coquille univalve.

On peut voir le muschelkalk très-bien développé dans les coteaux qui se trouvent à l'Est du

village d'Ormingen, à une lieue Est de Sar-Albe, et qui se prolongent très-loin dans les directions du S.-S.-O. et du N.-N.-E. Si on traverse la rivière qui passe à Ormingen, qu'on monte sur les coteaux *r*, Pl. I, *fig.* 4, qui forment le flanc occidental de la vallée, on y trouve les assises supérieures du muschelkalk : elles consistent en assises calcaires peu épaisses, qui alternent avec des marnes ou argiles grises et vertes, qui paraissent être le commencement des marnes irisées, et qui rappellent complétement celles qu'on voit, dans la même position, aux carrières de Réhainvillers près Lunéville. Toutes ces couches plongent vers l'Ouest d'une manière assez prononcée. Arrivé au haut de la côte *r*, on redescend assez doucement, à l'Ouest, vers Saltzbrunn sans rencontrer autre chose que les marnes irisées, qui, par conséquent, paraissent se trouver superposées au muschelkalk. Le hameau de Saltzbrunn tire son nom d'une source salée, pour la poursuite de laquelle un puits a été creusé autrefois sous la surveillance de M. Gillet-de-Laumont. Ce puits, qui a 85 pieds de profondeur, est creusé presque entièrement dans un gypse gris salé, qui appartient à la formation des marnes irisées, et très-probablement à leur partie inférieure, et qui, dans ce cas, serait l'équivalent exact des gypses inférieurs et du sel gemme de Vic.

A l'Ouest de Saltzbrunn, sur la rive gauche de la Sare, près de Sar-Albe, se trouve une colline de marnes irisées avec couches subordonnées de calcaire argileux, compacte et caverneux, qui appartient très-probablement aux couches moyennes de la formation des marnes irisées,

et doit être supérieur au gypse de Saltzbrunn.

De là à Puttelange, le terrain est exclusivement formé par les marnes irisées, qui paraissent aussi se continuer sans aucune interruption jusqu'à Dieuze, Isming, Hellimer et Faulquemont.

Grès bigarré et muschel kalk entre Forbach et Sarguemine.

§ 35. J'ai dit précédemment, § 10, que le hameau de Schönecken est bâti sur des couches d'un grès friable, qui appartiennent à la partie inférieure du grès des Vosges, ou au grès rouge des Allemands (*rothe-todte-liegende*) et au-dessous desquelles des travaux de recherche ont atteint la formation houillère. Ces mêmes couches de grès friable constituent le sol des plaines qui, de Schönecken, s'étendent vers le S.-E., le S. et le S.-O., et notamment celle qu'on traverse pour aller de Schoënecken à Forbach, et de Forbach au pied de la première côte que rencontre la route qui conduit à Sarguemine. Le profil de cette côte, qu'on peut facilement étudier dans les fossés qui bordent la route, dans des déchiremens naturels et dans une carrière, m'a paru présenter beaucoup d'intérêt, à cause des indications qu'il fournit sur les rapports mutuels du grès des Vosges et du grès bigarré. La partie inférieure de la côte est formée par les couches moyennes et supérieures du grès des Vosges, contenant en quelques points des galets de quarz blanc et rougeâtre et traversées par de petits filons ferrugineux. Les grains quarzeux qui composent le grès sont quelquefois un peu gros et à surface irrégulière, quelquefois plus fins, et présentent des facettes miroitantes. Dans les assises les plus élevées, on trouve des veines d'une argile un peu micacée, d'une couleur rouge-amaranthe foncée, marbrée

de gris bleuâtre; le grès lui-même ne m'a pas présenté de mica, et sa couleur est jusqu'en haut le rouge de brique, propre au grès des Vosges sans passage au rouge amaranthe, propre au grès bigarré ; ses couches plongent légèrement au S.-E.

Le grès bigarré repose sur le grès des Vosges à stratification discordante.

Elles sont recouvertes à stratification discordante par un lit de rognons *a*, Pl. I, *fig.* 5, de *dolomie*, qui plonge aussi au S.-E., mais sous un angle plus grand que les couches du grès des Vosges. Ces rognons de dolomie renferment une grande quantité de grains de quarz tout-à-fait pareils à ceux qui constituent le grès des Vosges, sur lequel ils reposent. Cette dolomie est d'un jaune pâle dans l'intérieur des rognons, et passe au rouge en approchant de leur surface; la cassure est légèrement cristalline, et brille de l'éclat nacré propre à la dolomie; le moindre essai chimique lève d'ailleurs tous les doutes quant à la présence et à la forte proportion de la magnésie.

Rognons de dolomie.

Ces rognons de dolomie sont enveloppés et en partie recouverts par une argile sableuse d'un gris violacé, contenant beaucoup de petites paillettes de mica, et dont certaines parties sont agglutinées en rognons irréguliers par un ciment dolomitique.

Au-dessus de cette couche de sable argileux, dont l'épaisseur n'est que de quelques décimètres, se trouve un nouveau lit de rognons dolomitiques analogue au premier. La même alternative de rognons dolomitiques et de sable argileux se répète plusieurs fois sur une épaisseur d'environ deux mètres.

La partie la plus élevée de ce système est

formée par des rognons de dolomie, qui contiennent non-seulement des grains de sable comme les précédens, mais des fragmens irréguliers de quarz de diverses grosseurs et la plupart translucides et incolores; ces fragmens quarzeux sont, pour ainsi dire, le prélude du grès bigarré, qui commence immédiatement au-dessus par des couches d'un grès quarzeux, très-grossier, formé de grains amorphes et irréguliers de quarz incolore, réunis par un ciment peu abondant, dont la couleur varie d'un point à l'autre et est souvent violacée ou ocreuse; on y voit de petites veines amygdalines d'argile violette et bleuâtre; à mesure qu'on s'élève dans les couches superposées les unes aux autres, on voit la couleur rouge amaranthe devenir plus constante, et le grain du grès devenir de plus en plus fin et régulier; on en trouve une couche, entre autres, dont le grain est à-peu-près de la même grosseur que celui du grès des Vosges et qui présente de même beaucoup de grains à surface miroitante, mais en s'élevant plus haut on voit le grain du grès devenir encore plus fin et plus terreux; on y voit aussi paraître en abondance des paillettes minces de mica argentin, propres au grès bigarré et si rares dans le grès des Vosges. Dans toute cette partie inférieure du grès bigarré, les couches sont fort épaisses; on y a ouvert une carrière de pierres de taille; dans les parties supérieures de la carrière, les paillettes de mica deviennent plus abondantes et prennent constamment une direction parallèle à la stratification du grès, ce qui lui donne une disposition schisteuse; cette disposition augmente avec l'abondance

du mica, dans les couches encore plus élevées, que les fossés de la route mettent à découvert en approchant du sommet de la côte. On voit aussi dans ces dernières couches la couleur gris bleuâtre se mélanger par grandes taches à la couleur amaranthe. Enfin, au sommet de la côte, on trouve une petite carrière, ouverte sur des couches tout-à-fait fissiles de grès en partie amaranthe, en partie gris bleuâtre, et en partie d'un jaune ocreux : cette dernière variété présente un grand nombre d'empreintes végétales (calamites).

Il est aisé de reconnaître, dans la série qui vient d'être indiquée, toutes les couches dont se compose ordinairement dans ces contrées la formation du grès bigarré; on voit qu'elles sont séparées du grès des Vosges par une assise de sable argileux micacé, d'un gris violacé, contenant des rognons de dolomie, qui repose à stratification discordante sur la surface du grès des Vosges : il semble que par là le grès bigarré se sépare nettement du grès des Vosges.

On pourrait, au premier abord, trouver dans les rognons de dolomie dont il vient d'être question la représentation du calcaire magnésien de l'Angleterre et du zechstein de la Thuringe. Mais si on réfléchit qu'en un grand nombre de points des Vosges M. Voltz a signalé des rognons, ou même des couches d'une dolomie tout-à-fait analogue à la jonction du grès des Vosges proprement dit, et des couches friables de sa partie inférieure, qui paraissent représenter exactement le rothe-todte-liegende de la Thuringe, on verra que ces rognons de dolomie ne sont que des accidens locaux, et que si dans les

Vosges il existe une formation parallèle aux zechstein, ce ne peut être que le grès des Vosges lui-même, qui sépare, l'un de l'autre, les deux gisemens de dolomie dont je viens de parler.

A partir du haut de la côte dont je viens de faire connaître le profil, la route de Sarguemine est tracée pendant une certaine longueur sur le grès bigarré. Dans une carrière située au village d'Esseling, on trouve aussi des empreintes végétales; mais elles sont dans une couche d'un jaune sale, ce qui est la couleur ordinaire du grès bigarré impressionné.

Près du village d'Esseling, on voit les couches supérieures du grès bigarré passer à une marne schisteuse bleuâtre, qui contient des couches subordonnées d'un calcaire compacte ou légèrement subsaccharoïde (dolomie?), d'un blanc jaunâtre, qui sont le commencement du muschelkalk, qui forme les collines environnantes. On voit ainsi, de la manière la plus claire, la superposition et les relations de ces deux formations. Ces couches, situées à leur jonction, présentent dans cette contrée, comme à Sierk et à Dalheim, des amas de gypse, qui sont l'équivalent du second gypse de la Thuringe, et qui diffèrent entièrement, par leur position, du gypse si répandu en Lorraine, en Alsace et en Franche-Comté, dans les marnes irisées supérieures au muschelkalk. Le muschelkalk des collines que je viens de citer consiste, comme cela a lieu le plus souvent, en un calcaire compacte gris de fumée, contenant divers fossiles. Certaines couches sont oolithiques et blanchâtres.

§ 36. Le vieux château de Forbach est bâti sur un monticule formé par les couches moyennes

de la formation du grès des Vosges. Elles sont, comme à l'ordinaire, assez solides, traversées par de petits filons ferrugineux, et contiennent, quoique en petite quantité, des galets de quarz rougeâtre et de quarz blanc.

Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées entre Forbach et Puttelange.

Les collines situées plus au midi et sur le penchant desquelles est bâti le village d'Öttingen, Pl. I, *fig.* 6, sont formées à leur pied par le grès bigarré, dont les couches plongent de 5 à 6 degrés vers le S., et vers le haut par le muschelkalk, qui repose sur le grès bigarré, et qui se lie à lui de la manière que j'ai indiquée ci-dessus en parlant des environs d'Esseling, § 35.

Le muschelkalk consiste ici, comme dans le plus grand nombre des cas, en un calcaire compacte gris de fumée, présentant différens accidens et renfermant divers fossiles, notamment la terebratula vulgaris ou subrotunda, l'ammonites semi-partitus, le mytilus eduliformis, etc.; ses couches plongent vers le midi. En avançant vers Tenteling et Metzing, on parcourt d'abord un terrain formé exclusivement par le muschelkalk, puis on rencontre des lambeaux de marnes bleuâtres et rouges, qui se divisent à l'air en petits fragmens à surface conchoïde, et qui appartiennent à la formation des marnes irisées, superposée au muschelkalk.

A Metzing, on quitte tout-à-fait le muschelkalk pour entrer sur un sol formé exclusivement par les marnes irisées. Près de ce village on voit, dans ces marnes, des couches subordonnées d'un grès jaunâtre, schistoïde, un peu micacé, à grain fin et un peu terreux, d'un calcaire compacte jaunâtre, à cassure un peu esquilleuse et d'un calcaire très-caverneux, couches qui, comme je

l'ai déjà indiqué plus d'une fois, se trouvent toujours vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées, dans les lieux où cette épaisseur se montre tout entière.

De Metzing à Puttelange, on ne voit que les marnes irisées, et il est très-probable qu'elles s'étendent sans interruption jusqu'au pied des côtes élevées, ce qu'on voit vers le S.-O., du côté de Hellimer, et que ces dernières présentent, à leur partie supérieure, un lambeau du grès inférieur du lias ou même des couches calcaires de cette formation.

Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées entre Creutzwald et Bouzonville.

§ 37. Creutzwald, village situé à trois lieues au S. de Sar-Louis, est connu par les mines de fer qui s'exploitent dans ses environs; le terrain y est formé par des couches d'un grès friable, ou plutôt d'un sable presque incohérent, tantôt rougeâtres, tantôt jaunâtres, dépourvues de galets arrondis, qui appartiennent à la partie inférieure du grès des Vosges. Ces couches sont traversées, comme l'est en général toute la masse de cette formation, par un grand nombre de petits filons, dans lesquels les grains quarzeux du grès se trouvent fortement agglutinés par un ciment très-abondant de fer hydraté. En quelques points, ces petits filons deviennent assez nombreux et assez riches pour être exploités comme minérai de fer, soit dans les dépôts formés par lavage naturel, qui couvrent quelques points de la surface du sol, soit en place.

En allant de Creutzwald à Dalheim, village situé à une lieue plus à l'O., on marche constamment sur diverses couches de la formation du grès des Vosges. Près du moulin de Flash, on voit des rochers P, Pl. I, *fig.* 7, formés par des

couches légèrement inclinées vers l'O. d'un grès quarzeux rougeâtre, contenant des galets arrondis de quarz blanc ou rougeâtre. Ces couches appartiennent à la partie moyenne du grès des Vosges; elles reposent immédiatement sur les couches friables citées plus haut.

On peut monter de Dalheim sur le plateau de Tromborn par un ravin assez profond, qui montre à nu les diverses couches qui se succèdent depuis les assises inférieures du grès bigarré, qui se montrent aux environs de Dalheim, jusqu'aux assises supérieures du muschelkalk, sur lesquelles est bâti le village de Tromborn. Les assises supérieures du grès bigarré passent à des marnes un peu schisteuses, verdâtres ou rouges, contenant des veines d'un gypse blanc fibreux, qui paraît être l'équivalent géologique du second gypse de la Thuringe. Sans parler de leur position géologique, ces marnes gypsifères se distinguent aisément des marnes irisées par leur schistosité et par la présence d'une grande quantité de petites paillettes de mica pareilles à celles qu'on trouve habituellement dans les assises supérieures du grès bigarré. Ces marnes ressemblent tout-à-fait à celles que j'ai indiquées, § 13, dans la partie supérieure du grès bigarré, entre Bains et Fontenois, où on les emploie à faire des briques. En continuant à monter dans le ravin dont nous parlons, on voit ces mêmes marnes passer à un calcaire grisâtre ou verdâtre, marneux et schistoïde, qui forme les premières assises du muschelkalk. On marche ensuite jusqu'à Tromborn sur des assises de plus en plus élevées de cette formation calcaire, qui se présente ici avec ses caractères les plus ordinaires et avec ses fossiles

accoutumés (ammonites nodosus, mytilus eduliformis, terebratula vulgaris, encrinites liliformis).

Le plateau étroit sur lequel est bâti le village de Tromborn s'alonge dans la direction du N.-N.-E. au S.-S.-O.; il présente une pente très-rapide vers l'E.-S.-E., et s'abaisse au contraire en pente beaucoup plus douce vers Bouzonville, dans la direction de l'O.-N.-O., qui est celle de l'inclinaison des couches du muschelkalk. En se dirigeant vers Bouzonville, on voit bientôt paraître sur la surface du muschelkalk quelques lambeaux de marnes irisées, restes des couches inférieures de cette formation; et enfin, aux environs de Bouzonville, le muschelkalk cesse de paraître au jour, et les marnes irisées constituent entièrement la surface du sol.

§ 38. Les dernières localités que nous venons de citer ne font pas réellement partie du système des Vosges, mais se groupent plutôt autour des pentes du Hundsrück. Nous n'en avons parlé que pour avoir de nouvelles occasions de faire connaître les rapports qui existent entre les formations du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées. Le même motif nous conduit à donner quelques détails sur les environs de Sierk et de Luxembourg.

Roches quarzeuses de transition de Sierk.

La petite ville et le vieux château de Sierk sont bâtis au bord de la Moselle, près de sa sortie du territoire français, sur des proéminences escarpées, formées par des roches quarzeuses T, Pl. I, *fig.* 8, qui, à peu de distance, forment des collines d'une certaine élévation, dans les flancs desquelles sont ouvertes de nombreuses carrières de pavés, de dalles, etc.

Les couches de ces roches quarzeuses sont dirigées moyennement du N.-E. au S.-O., et plongent vers le S.-E. sous un angle qui varie de 20 à 40 degrés. D'après cela, elles se trouvent à-peu-près, quant à la direction, dans le prolongement des couches de roches quarzeuses qu'on voit dans la partie la plus rapprochée du Hundsrück, près de Mettloch. Elles sont généralement plus ou moins schisteuses. Elles consistent en un grès quarzeux, un peu micacé, à ciment quarzeux, qui adhère si bien aux grains, qu'il les rend souvent presque indistincts, et fait alors passer la roche au quarz compacte. La couleur est un rouge violacé, mêlé de taches d'un blanc bleuâtre. Les plans de séparation des couches ou des feuillets sont couverts de mica d'un rouge pâle et violacé. Quelques couches se réduisent à des espèces d'amandes de grès quarzeux enveloppées dans une sorte d'argile schisteuse rouge micacée. Ces couches ont de grands rapports de structure avec le marbre de Campan.

Je n'ai pas trouvé de fossiles dans les roches quarzeuses de Sierk. Elles me paraissent avoir de très-grands rapports avec le grès de Mai, près Caen, qu'on rapporte généralement au grès rouge ancien des Anglais. On pourrait aussi les rapprocher des roches quarzeuses de Cherbourg. Dans tous les cas, on ne peut les faire sortir des terrains de transition.

Gres bigarré, muschelkalk et marnes irisées entre Sierk et Bouzonville.

Les roches quarzeuses de Sierk sont immédiatement recouvertes par un grès quarzeux rougeâtre, avec des taches bleuâtres, assez solide, dont les fissures de stratification sont couvertes de paillettes de mica minces et translucides, dont les couches plongent légèrement au

S.-E., et qui se rapporte évidemment au *grès bigarré*. Dans sa partie supérieure, ce grès bigarré devient marneux et passe à une marne tantôt rouge, tantôt bleuâtre ou grisâtre, qui est toujours un peu schisteuse, et qui, par là, se distingue même, indépendamment de toute autre considération, des marnes irisées. Dans cette marne, se trouvent des amas *g* de gypse blanc ou rougeâtre, compacte ou fibreux, qu'on exploite comme pierre à plâtre, et qui paraît correspondre proprement au second gypse de la Thuringe.

Un peu au-dessus du gypse, on voit commencer le muschelkalk K, qui recouvre évidemment le système précédent. Les premières couches sont formées d'un calcaire gris, compacte et celluleux, et d'un calcaire jaunâtre, subsaccharoïde, et contenant un grand nombre de petites coquilles peu distinctes. Dans le reste de la masse du muschelkalk, qui est ici très-épais, je n'ai pas trouvé de fossiles. Il est constamment jaunâtre ou grisâtre, et subsaccharoïde, à petites facettes très-brillantes, souvent un peu oolithique, quelquefois un peu celluleux, et quelquefois parsemé de points verts ou noirs. Ces caractères, très-différens de ceux du muschelkalk ordinaire, se rapprochent de ceux du muschelkalk des environs de Bourbonne. Il est du reste indubitable, d'après sa position, que le calcaire de Sierk, quelque singulier qu'il soit, appartient à la formation du muschelkalk. Il est magnésifère.

On va de Sierk à la Haute-Cierque par des vallons, ou plutôt des ravins bordés d'escarpemens du muschelkalk, qui conserve les caractères indiqués ci-dessus.

Le village de la Haute-Cierque est bâti sur la partie supérieure du muschelkalk, dont les couches plongent légèrement au S.-E., et à peu de distance au S.-E. de ce village, on trouve le sol, composé de marnes bleuâtres et rougeâtres se désagrégeant en petits fragmens, dont les surfaces présentent des formes conchoïdes, qui sont le commencement des marnes irisées, qu'on voit ici bien clairement être supérieures au muschelkalk. De ce point à Bouzonville, on marche toujours sur les marnes irisées.

Marnes irisées au nord de Luxembourg.

§ 39. Le muschelkalk des environs de Tromborn et de Sierk se prolonge au loin vers le nord, et se retrouve à Greven-Macheren, dans la vallée de la Moselle. Tout indique qu'il occupe une position intermédiaire entre le grès bigarré des environs de Trèves et les marnes irisées des environs de Luxembourg. On y exploite des carrières de pierre à chaux, dont la chaux, grasse, contraste avec la chaux maigre et hydraulique que donne le lias des environs de Luxembourg. Je n'ai pu observer, ni ce calcaire, ni le grès bigarré de Trèves; mais j'ai eu occasion de voir les marnes irisées d'Elmsingen et les carrières de gypse qui y sont ouvertes, et je vais entrer dans quelques détails à leur sujet.

A partir de Bereldingen (1 lieue N. de Luxembourg), la vallée de l'Alzette, qui, au-dessus, est creusée uniquement dans le grès inférieur du lias (l'un des trois quadersandstein des Allemands), commence à entamer les marnes irisées qui le supportent. Entre Elmsingen et Heisdorf, sur le flanc droit de la vallée, se trouvent des carrières de gypse assez considérables, ouvertes dans des amas de cette substance renfermés dans

les marnes irisées. Ces amas sont les masses les plus basses (géologiquement) que j'aie vues dans le pays de Luxembourg. N'ayant pas descendu la vallée plus bas, je ne sais pas si on y voit les marnes irisées reposer sur le muschelkalk. Au-dessus des amas gypseux, on voit une assez grande épaisseur de la formation des marnes irisées, mise parfaitement à découvert par les ravins qui la déchirent. Elle se compose de marnes lie de vin et bleuâtres, se divisant en petits fragmens anguleux, sans aucune disposition schisteuse, qui forment la masse principale et renferment diverses couches de calcaire compacte gris ou jaunâtre, un peu esquilleux, très-magnésifère, de calcaire celluleux, de marnes noires feuilletées, de grès marneux un peu micacé, bleuâtre, etc. Je crois, d'après l'analogie des couches subordonnées avec celles que j'ai vues dans les marnes irisées en quelques autres lieux, que les amas de gypse d'Elmsingen occupent, dans la formation des marnes irisées, un niveau relatif très-bas, et se trouvent à peu de distance du muschelkalk. La partie supérieure des marnes irisées présente une couche épaisse de marnes vertes non feuilletées, qui est immédiatement recouverte par une assise de marnes noires très-schisteuses, qui paraissent être la première assise de la formation du lias. Ces marnes noires sont accompagnées par un calcaire compacte, bleu, à cassure un peu inégale, présentant des points spathiques, de petites entroques, des plagiostomes, etc., et qui paraît devoir être considéré comme une première couche de calcaire à gryphées arquées, dont la masse principale se trouve au-dessus du grès qui vient immédiatement après

la couche calcaire citée ci-dessus. Ce grès, qui est ici fort épais, s'élève jusqu'au niveau des plateaux qui bordent la vallée à droite et à gauche. Il renferme des bancs coquilliers. Parmi les fossiles qu'il renferme, on remarque des ammonites différentes de celles du muschelkalk, et des pines marines, qui sont également étrangères au muschelkalk, et se trouvent, au contraire, dans le calcaire à gryphées. Cette observation, jointe à la présence d'un des plagiostomes du lias dans la couche de calcaire bleuâtre, qui se montre à la partie inférieure du même grès, m'a fait conclure que ce grès est en connexion plus intime avec le calcaire à gryphées arquées qui le recouvre, qu'avec le muschelkalk et les marnes irisées, et m'a conduit à l'appeler grès inférieur du lias, comme l'a déjà proposé M. Keferstein.

(*Vallée de la Seille.*)

§ 40. La Seille sort de l'étang de l'Indre, situé un peu à l'E. de Dieuze, et va se jeter, à Metz, dans la Moselle, après avoir arrosé Dieuze, Marshal, Moyenvic, Vic, Petoncourt, etc. Jusqu'au-delà de Petoncourt, la Seille coule sur les marnes irisées, et il en est de même de toutes les petites rivières qui viennent la grossir, depuis sa source jusqu'à ce village; mais les plateaux qui s'élèvent entre cette rivière et ses affluens sont souvent formés par une épaisseur plus ou moins grande de couches arénacées ou calcaires, supérieures aux marnes irisées, et qui appartiennent à la formation du lias. Situation de la vallée de la Seille.

Toutes les couches qui se montrent dans la vallée de la Seille, et toutes celles qui ont été atteintes par les travaux souterrains exécutés à l'oc- Couches qui s'y observent

casion de la découverte faite, en 1819, d'un grand dépôt de sel gemme, qui s'étend au-dessous de son sol et même beaucoup en delà de ses limites, sont maintenant parfaitement connues, tant en elles-mêmes que dans leur ordre de superposition. Elles ont été décrites par plusieurs géologues qui ont eu occasion de les examiner avec beaucoup plus de détail que je n'ai pu le faire moi-même dans les deux courses rapides que j'y ai faites en 1821 et en 1825 (1).

Manière dont les couches qui s'observent dans la vallée de la Seille doivent être rapprochées de celles qui ont été décrites ci-dessus.

Je ne m'arrêterai donc pas à les décrire; mais je crois qu'il ne sera pas inutile de consigner ici quelques remarques sur le rang qu'occupent plusieurs d'entre elles dans la série géognostique, et je vais indiquer brièvement de quelle manière elles me paraissent devoir être rapprochées de celles que j'ai décrites précédemment dans des localités où leur position géognostique ne pouvait être l'objet d'aucune discussion. Je me range à l'opinion de M. Voltz relativement aux deux assises supérieures du terrain qu'il rapporte au lias et au quadersandstein; mais je crois que toutes les couches inférieures, tant celles qui se montrent au jour sur les flancs de la vallée de la Seille, que celles qui ont été reconnues par les

(1) Voyez particulièrement la *Notice géognostique sur les environs de Vic*, publiée par M. Voltz, ingénieur au Corps royal des Mines, dans les *Annales des Mines*, t. VIII, p. 229, ainsi que la note additionnelle qui contient la description des couches traversées par le puits Becquey. Voyez aussi l'ouvrage allemand, intitulé : *Geognostiche umrisse der rheinländer zwischen basel und mainz mit besouderer rucksicht, auf das vorkommen des steinsalzes*; publié par MM. d'Oeynhausen, de Dechen et de la Roche.

sondages et les travaux souterrains exécutés à Vic, se rapportent sans exception à la formation des marnes irisées, décrites, pour la première fois, par M. Charbaut, dans les *Annales des Mines*, tom. IV, pag. 585, et sont supérieures aux formations du muschelkalk, du grès bigarré et du gypse ancien de la Thuringe, auxquelles M. Voltz rapporte les plus basses.

Pour classer cet ensemble de couches, je prends pour point de repère le système de couches calcaires et de couches de grès situé vers le milieu de son épaisseur, à l'orifice du puits Becquey, et que M. Voltz décrit, pag. 241 à 246, sous le nom de calcaire inférieur et de grès bigarré, n°s. 6, 7 et 8. Il m'a paru que ce système était identique avec celui que j'ai signalé dans les § 19, 20, 21, 22, 23 et 28, comme se rencontrant au milieu de l'épaisseur des marnes irisées, sur les flancs des collines des environs de la Marche, de Bourbonne-les-Bains, de Noroy, de Charmes, et vers le haut de la côte d'Essey.

Le grès n°. 8, qui se montre à l'entrée des travaux souterrains de la mine de Vic, et que M. Voltz décrit, p. 245 et 246, sous le nom de grès bigarré, ressemble en effet beaucoup à celui qu'on désigne généralement sous ce nom; cependant si on l'examine de très-près, on reconnaît que son grain est plus terreux que ne l'est ordinairement celui du grès bigarré; que dans les parties de couleur bigarrée, le mélange de couleurs a plutôt lieu par petites mouchetures que par taches assez larges, comme dans le grès bigarré, et qu'en outre les parties violettes y sont d'un violet plus foncé. On retrouve ces mêmes couches de grès hors des travaux sou-

terrains en différens points, qui en sont plus ou moins éloignés.

Entre Vic et Moyenvic, dans la vallée de la Seille, on trouve, à quelques mètres au-dessus du niveau de cette rivière, un grès à grain fin, presque friable, un peu schisteux et micacé, tantôt rouge, tantôt d'un gris jaunâtre, avec de petites taches vertes et de très-petites taches noires. Il renferme des débris charbonneux, qui forment quelquefois de petites couches, mais qui sont tellement mélangés de matières terreuses qu'ils peuvent à peine brûler; on y a vainement cherché des couches réglées d'un combustible exploitable; toutefois il me paraît évident que ce gisement est à très-peu près l'équivalent de celui dans lequel on exploite la couche de combustible de Noroy citée plus haut, § 23.

A environ un quart de lieue au S. de la mine de Vic, M. Levallois m'a montré une petite carrière ouverte dans ce même grès. Il y est d'un gris jaunâtre, d'un grain fin et terreux, légèrement schisteux, et présente sur les surfaces des feuillets un grand nombre de paillettes de mica grisâtre, encore plus petites et plus minces que celles qui se rencontrent dans le grès bigarré; ce grès présente des empreintes végétales difficiles à déterminer, et qui paraissent se rapporter soit au genre calamites, soit au genre equisetum, mais qui semblent appartenir à une espèce différente de celle qui se rencontre si fréquemment dans le grès bigarré de ces contrées. Des empreintes végétales très-nombreuses et que je crois en partie analogues aux précédentes, ont été trouvées en divers points dans

le grès des marnes irisées, notamment à Bussières-les-Belmont, par M. Lacordère.

L'affleurement de ce grès se trouve à quelque distance au S. de celui d'une couche, de quelques mètres d'épaisseur, d'un calcaire compacte, grisâtre, maigre au toucher, à cassure esquilleuse, très-magnésifère, et complétement analogue à celui dont j'ai indiqué plusieurs fois l'existence vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Le grès paraît s'enfoncer dessous. Ce calcaire se montre au jour en différens points des environs de Vic, notamment près le village de la Rochette sur la route de Vic à Lunéville, au S. de Vic sur la route d'Invrecourt, et dans l'enceinte qui renferme l'entrée des puits de la mine de sel gemme. Mais c'est surtout dans les puits eux-mêmes qu'on a pu parfaitement reconnaître la position de ce calcaire, que M. Voltz appelle calcaire n°. 6, au-dessus du grès précédent, qu'il désigne sous le n°. 8, et dont il est séparé par une couche de marne grise friable, n°. 7. Au-dessous du grès n°. 8, on a trouvé, en fonçant les puits, une couche de $0^{m},50$ d'épaisseur d'un calcaire analogue à celui n°. 6, circonstance que j'ai vue se reproduire en plusieurs points des environs de Bourbonne et ailleurs, où le grès et le calcaire magnésifère du milieu des marnes irisées ne se réduisent pas toujours à une couche unique, mais où la couche principale est souvent accompagnée de petites couches accessoires, dont l'ordre n'est pas constant.

Il y a, dans l'aspect général, la structure et la disposition générale d'une série de couches minérales, tant de choses dont on ne peut donner une

idée complète dans une description écrite, sans tomber dans des longueurs qui en rendent la lecture presque impossible, qu'après avoir brièvement indiqué les points de rapprochement qui me paraissent exister entre les grès et les calcaires magnésifères de l'entrée de la mine de Vic, et ceux que j'ai constamment indiqués vers le milieu des marnes irisées, je me borne à en appeler au jugement que portera sur l'identité de ces couches tout observateur qui aura visité Vic et l'une des localités que j'ai décrites plus haut.

M. Voltz dit, page 243, qu'il a retrouvé le calcaire n°. 6 jusqu'au village d'Essey-la-Côte, où il est recouvert par le grès n°. 3 (grès inférieur du lias, quadersandstein). En effet, à la côte d'Essey, la portion supérieure des marnes irisées qui sépare notre calcaire magnésifère du lias se réduit à une très-petite épaisseur; tandis que la partie inférieure qui sépare le même banc du muschelkalk proprement dit, qui forme les plaines environnantes, et qui y est caractérisé par les fossiles propres à cette formation, est au contraire très-développée. J'ajouterai encore ici que les couches qui, dans la vallée de la Seille, se montrent entre le lias et le calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, n°. 6 de M. Voltz, m'ont paru absolument identiques avec celles que j'ai trouvées à la partie supérieure des collines des environs de Bourbonne-les-Bains, de Charmes, etc., entre le lias et la couche de calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, et que de plus les couches de marnes qu'a traversées le puits Becquey, par leur disposition souvent un peu schisteuse et leur passage fréquent à la couleur grise, me paraissent se rapprocher complétement

de celles qui, dans les parties inférieures des mêmes collines, se trouvent comprises entre le calcaire compacte, esquilleux, magnésifère et la surface supérieure du muschelkalk. Les masses gypseuses traversées par les travaux souterrains de Vic renferment du gypse anhydre, comme celles rencontrées dans la partie inférieure des marnes irisées par les travaux de recherche de Noroy, dont j'ai parlé plus haut, § 23. En un mot, il me paraît indubitable que si, après avoir lu attentivement la description donnée par M. Voltz, des couches qui se montrent près de Vic, depuis le fond de la mine de sel gemme, jusqu'aux plateaux de lias, on se transporte sur les plateaux de muschelkalk des environs de la marche de Bourbonne-les-Bains ou de Charmes, et qu'on s'élève sur les pentes des collines de marnes irisées qui le surmontent, on ne manquera jamais d'y reconnaître ces mêmes couches dans le même ordre. Il me paraît donc évident que les masses de sel gemme de Vic se trouvent renfermées dans les couches les plus anciennes des marnes irisées.

Liaison des marnes irisées de la vallée de la Seille avec celles des localités décrites plus haut.

La disposition générale des terrains dans la contrée qui nous occupe s'accorde complétement avec la manière de voir que je viens d'énoncer. Si l'on supprimait par la pensée les lambeaux de lias qui forment des plateaux isolés à l'E. de Mohrange, de Château-Salins et de Rosières-aux-Salines, le terrain dans lequel est creusée la vallée de la Seille, au-dessus de Petoncourt, se prolongerait sans interruption au N., à l'E. et au S. jusqu'à une distance de plusieurs myriamètres. Cette étendue de pays formerait, non un bassin, complétement fermé, mais une espèce de golfe, dont

le fond ondulé serait entièrement formé par les marnes irisées, et qui s'avancerait vers l'E.-N.-E. dans une sinuosité du muschelkalk. Ce calcaire, qui représente ici le rivage, constitue, sur les bords de l'espace dont nous parlons, une sorte de ceinture qui embrasse à-peu-près les trois quarts de l'horizon de Vic.

Quelle que soit la ligne suivant laquelle on se dirige de Vic vers cette ceinture, on ne rencontrera, avant de l'atteindre, aucune roche qu'on puisse distinguer de celles qui se trouvent comprises entre le lias et les bancs les plus profonds de sel gemme, et on laissera successivement derrière soi les affleuremens de toutes ces couches. Les dernières qu'on rencontrera présenteront les plus grands rapports avec celles qui alternent avec le sel gemme, et l'on verra les couches supérieures du muschelkalk, présentant les fossiles les plus caractéristiques, sortir de dessous leur affleurement. J'ai déjà indiqué cette disposition en décrivant les environs de Lunéville et quelques points de la vallée de la Sare : elle suffirait seule pour prouver que le sel gemme de la vallée de la Seille forme des masses intercalées dans les assises des marnes irisées les plus voisines du muschelkalk, auquel elles sont supérieures, et qui les sépare nettement et complétement du grès bigarré. Cette manière de les placer dans la série géognostique, que j'ai discutée plusieurs fois avec différens géologues depuis mon premier voyage à Vic, en 1821, a encore en sa faveur de se trouver d'accord avec l'opinion que MM. d'Oyenhausen, de Dechen et de la Roche, en 1823, et M. Keferstein, en 1825, ont adoptée, de leur côté, en visitant Vic, et qu'ils

ont appuyée par des rapprochemens tirés de la comparaison de cette localité avec des contrées que je n'ai pas visitées.

Les faits exposés ou rappelés dans les pages précédentes montrent que la formation des marnes irisées est extrêmement constante dans la nature, le nombre et l'ordre de superposition des couches qui la composent. Sa stratification, généralement très-régulière, ne se dérange, dans les parties visibles à la surface, qu'à l'approche des amas de gypse qu'elle renferme. On voit constamment ses couches s'arquer et se contourner d'une manière souvent très-brusque autour de ces amas. Cette disposition, dont la constance est remarquable, me paraît être une des circonstances qui méritent le plus d'être prises en considération par les géologues qui s'occuperont de remonter à l'origine des gypses que présentent les marnes irisées. Peut-être n'y avait-on pas fait assez d'attention lorsqu'on a dit en termes généraux que ces gypses étaient dus à l'évaporation graduelle d'une grande masse d'eau chargée de sulfate de chaux, hypothèse qui n'aurait quelque chose de plausible qu'autant que le gypse formerait des couches continues, ou se trouverait disséminé uniformément dans certaines couches des marnes irisées. Je ferai remarquer en même temps que les observations faites non-seulement en Lorraine, mais dans plusieurs autres contrées, s'accordant à présenter le gypse et le sel gemme comme deux substances en quelque sorte satellites l'une de l'autre, il faudra qu'on donne de leur existence dans un terrain une explication commune, et que, d'après ce qui précède, il paraît

très-hasardé d'attribuer l'origine du sel gemme à l'évaporation d'une grande masse d'eau salée.

(*Vallée du Rhin.*)

Disposition des terrains secondaires dans la vallée du Rhin.

§ 41. J'ai déjà dit plus haut, § 3, que le grès des Vosges forme, le long de la plaine dans laquelle coule le Rhin, une ligne d'escarpemens qui règne sans interruption depuis les environs de Landau jusqu'à peu de distance de Thann, et qui donne naturellement l'idée d'une faille, par suite de laquelle les assises de roches situées à l'O. de cette ligne se trouvent à un niveau plus élevé que les assises pareilles situées à l'E. Tout le long de cette même ligne, il y a une discontinuité de stratification bien prononcée entre le grès des Vosges d'une part et le grès bigarré et le muschelkalk de l'autre. Souvent le muschelkalk vient se terminer brusquement au pied des escarpemens de grès des Vosges et dans un grand nombre de cas il est bouleversé à leur approche. Par exemple, les collines qui s'étendent entre Saint-Jean-des-Choux et Saverne, en avant des Vosges, sont composées de calcaire gris compacte de la formation du muschelkalk. En sortant de Saverne par le chemin d'Otterthal, on voit sur les flancs d'une de ces collines une carrière ouverte sur des bancs épais de muschelkalk, qui plongent de près de 30° vers le N.-E., c'est-à-dire vers le pied de l'escarpement formé par le grès des Vosges, qui n'est éloigné que de quelques centaines de mètres; en beaucoup d'autres points, et notamment près de Jægerthal, on voit de même le muschelkalk éprouver des bouleversemens plus ou moins considérables en approchant du pied de

Accidens que présente le muschelkalk lorsqu'il approche du grès des Vosges.

l'escarpement de grès des Vosges, qui le termine brusquement. Cette circonstance est une de celles qui ont contribué à me faire attribuer à une longue faille l'existence de la grande falaise qui termine les Vosges du côté de l'Alsace.

Les formations du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées ne pénètrent, dans les Vosges, à l'O. de cette ligne, qu'en un petit nombre de points dont je parlerai dans un article subséquent; mais elles la bordent presque constamment du côté de l'E., et s'il y a des parties vers le midi où elles ne se voient pas, il y a lieu de penser que cela tient uniquement à ce qu'elles sont couvertes par des dépôts plus récens.

Lorsqu'on s'éloigne des Vosges, dans leur partie septentrionale, pour se diriger vers le Rhin, on rencontre les formations du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées, avec les mêmes caractères et dans le même ordre qu'en se dirigeant des Vosges vers la Moselle.

La vallée dans laquelle sont situés le haut-fourneau et les forges de Jægerthal, au N.-O. de Haguenau, est creusée presque en entier dans le grès des Vosges. Ce n'est qu'en un seul point, au-dessous du vieux château de Winstein, qu'on voit paraître dans son fond, sur une petite étendue, un massif de roches granitoïdes, parmi lesquelles on observe une très-belle syénite. Grès bigarré aux environs de Niederbronn.

Un peu au-dessous de la forge de Jægerthal, les montagnes de grès des Vosges cessent brusquement, et la vallée n'est plus bordée que par des collines beaucoup moins élevées, composées de couches toutes différentes.

Entre la forge de Jægerthal et les usines de Rauschendwasser, on trouve, dans le flanc droit

de la vallée, une belle carrière d'un grès employé comme pierre de taille, avec lequel on fait des corniches, des tablettes, et d'autres ouvrages délicats qui demandent une pierre tendre et inaltérable à l'air, ainsi que des meules à aiguiser. La partie inférieure de la carrière, qui n'est pas très-élevée au-dessus du fond de la vallée, montre des bancs très-épais d'un grès de couleur rouge, à grain fin, très-homogène et présentant très-peu de fissures. La stratification est plus marquée vers la partie supérieure; enfin, tout au haut de l'escarpement on voit alterner des couches rouges et verdâtres assez minces, qui sont schisteuses et peu cohérentes. Les couches que présente cette carrière sont à très-peu près horizontales. On n'y voit pas du tout de ces galets de quarz si fréquens dans le grès des Vosges. Elles me paraissent se rapporter toutes à la formation du grès bigarré.

Le même grès se montre dans la vallée de Niederbronn, peu éloignée de celle de Jægerthal, à laquelle elle se réunit à Reichsofen. Vis-à-vis l'église de Niederbronn, le flanc droit de la vallée est taillé dans un grès à grain fin et un peu terreux, qui forme des couches à-peu-près horizontales, légèrement inclinées au S.-E., et présente toutes les variétés de couleur et de texture déjà indiquées comme étant propres à la formation du grès bigarré, et particulièrement à ses assises supérieures.

Couches de dolomie dans le grès bigarré, à sa jonction avec le muschelkalk

En montant par le chemin qui part de la partie S.-E. du village de Niederbronn et se dirige vers Jægerthal, on rencontre d'abord, à quelques mètres au-dessus du niveau de la rivière, des couches de grès schisteux, rouge, micacé, assez

peu consistant, qui appartiennent à la partie supérieure du grès bigarré. Un peu plus haut, on trouve, en superposition sur ce grès, une dolomie stratifiée et même schistoïde, à feuillets épais et contournés en petit. Elle est d'un gris quelquefois bleuâtre ou jaunâtre, avec des veines couleur de fer hydraté; sa cassure présente une multitude de petits rhomboïdes qui brillent d'un éclat vif et nacré. Près du point de contact, le grès et la dolomie alternent plusieurs fois par couches à-peu-près horizontales, de quelques décimètres d'épaisseur, que j'ai pu voir très-distinctement sur les deux bords du chemin, qui est creux en cet endroit. Il résulte de là que le dépôt de la dolomie a succédé immédiatement et après quelques oscillations à celui du grès. Cette dolomie ne présente pas de fossiles; elle paraît peu épaisse, et ne forme que les premières assises de la formation du muschelkalk, qu'on trouve un peu plus haut très-bien caractérisée. Cette formation constitue tout le plateau qui est au N.-E. de Niederbronn; mais comme ce plateau n'offre pas de carrières, on ne peut l'y reconnaître que sur des pierres détachées. Pour trouver des carrières et des escarpemens, il faut redescendre dans la vallée.

Muschelkalk près de Niederbronn.

En sortant de Niederbronn par le chemin de Reichsofen, on trouve, avant la Papeterie, une carrière qui présente un escarpement de six à huit mètres, dans lequel on peut étudier les couches moyennes et les mieux caractérisées du muschelkalk. Ces couches plongent au S.-E. sous un angle très-sensible, et, par conséquent, s'appuient sur les couches de dolomie que j'ai indiquées plus haut dans le che-

min creux. Une foule d'autres indications qu'il serait trop long de rapporter ici, montrent qu'en effet elles leur succèdent presque immédiatement. La stratification est marquée par des fissures éloignées les unes des autres de 2 à 3 décimètres. Il y a, en outre, un grand nombre de fissures perpendiculaires à la stratification, de sorte que le calcaire se trouve divisé en un grand nombre de fragmens et ne forme pas de gros blocs. Ces fissures verticales sont souvent remplies de chaux carbonatée cristalline, qui, quand elles sont un peu larges, forme des stalactites. Le calcaire est de couleur gris de fumée, compacte, à cassure conchoïde un peu esquilleuse; dans quelques échantillons, elle est inégale et esquilleuse. On y trouve quelquefois de petits filons, de petits noyaux et de petites mouches isolées de chaux carbonatée cristalline. Plus souvent encore, on y voit des parties cristallines qui paraissent être des fragmens de corps marins. Il offre quelquefois de petites taches d'un jaune de rouille. Certaines couches présentent, soit dans leur cassure, soit en saillie, sur la surface des fragmens un grand nombre d'entroques, dont le contour circulaire est très net, et la cassure lamelleuse très-miroitante. Elles appartiennent à l'*encrinites liliformis*. On y trouve aussi beaucoup de térébratules semblables à celles que j'ai déjà citées, dans la même formation, en divers points de la Lorraine, et qui appartiennent, je crois, à la *terebratula vulgaris* ou à la *terebratula subrotunda*.

En continuant à suivre la route de Reichsofen, on trouve, près de la Papeterie, un ravin qui traverse des couches marneuses et calcaires.

D'après l'inclinaison de ces couches, qui plongent vers le S.-E., et d'après d'autres inductions, on doit les regarder comme plus élevées, dans la formation, que celles dont on vient de parler, et comme se rapportant à sa partie supérieure. Au milieu des couches marneuses, on trouve des couches souvent assez minces d'un calcaire gris, compacte, avec points spathiques, renfermant diverses coquilles, parmi lesquelles on distingue le *mytilus eduliformis*. Il prend quelquefois l'aspect d'un grès à grain fin, présentant des zônes grises et d'un gris jaunâtre. Dans ce calcaire et dans les marnes qui le renferment, on trouve quelquefois des ammonites, qui me paraissent se rapporter à l'*ammonites nodosus*. On trouve aussi, au milieu des marnes, des lits composés en grande partie de masses arrondies de calcaire compacte gris, à cassure conchoïde, placées en contact les unes avec les autres, et même se pénétrant mutuellement, ou ne laissant entre elles que de la marne, que l'exposition à l'air enlève promptement de manière à laisser des masses mamelonnées. Dans ces mêmes marnes, on trouve sur le plateau, près de Niederbronn, un calcaire cloisonné, qui offre des parties compactes d'un gris jaunâtre, et un grand nombre de petits filons de chaux carbonatée, blanche, cristallisée, qui se croisent dans tous les sens. Dans les intervalles de ces petits filons, il n'y a le plus souvent que de la marne, qui, entraînée par les eaux, laisse une masse celluleuse. Cette variété accidentelle de calcaire paraît due à l'infiltration de la chaux carbonatée dans la marne fendillée; et dans tous les lieux où se montre le muschelkalk, on la trouve à la surface de ses assises marneuses su-

périeures. Le plateau qui s'étend entre la vallée de Niederbronn et celle de Jægerthal est formé par le muschelkalk, et sa surface appartient aux assises supérieures de cette formation : aussi est-elle jonchée du calcaire celluleux, aussi bien que de fragmens de ce calcaire compacte à surfaces mamelonnées, dont nous avons parlé plus haut. On y trouve de même un quarz blanc celluleux, en partie coloré en jaune par du fer hydraté, et dont le mode de formation est probablement analogue à celui du calcaire cloisonné. Enfin, on y trouve un quarz compacte, d'un brun noirâtre, rubané, très-fragile, qui paraît l'équivalent des silex que j'ai indiqués dans la partie supérieure du muschelkalk de Réhainvillers et de Fraquelsing.

On peut encore étudier la composition du muschelkalk en plusieurs autres points du pourtour du plateau dont je viens de parler. A-peu-près au quart du chemin qui mène de Jægerthal à Niederbronn, on trouve la carrière qui fournit la castine au haut-fourneau. Elle présente un escarpement de 2 à 3 mètres dans un calcaire gris compacte, qui renferme beaucoup d'entroques, et appartient aux couches moyennes de la formation. Les couches plongent au S.-E. sous un angle assez considérable.

Marnes irisées près de Reichsofen.

Si, descendant de ce même plateau dans la direction du S.-E., qui est celle de l'inclinaison des couches, on traverse Reichsofen pour examiner les coteaux qui forment le flanc gauche de la vallée à l'E. et au N. de cette petite ville, on ne retrouve plus les formations du grès bigarré et du muschelkalk. Au N. de Reichsofen, on trouve un mamelon, isolé de plusieurs côtés, sur la

pente duquel un ravin met à découvert des couches alternatives, à-peu-près horizontales, de marnes rouges et d'un gris bleuâtre, qui se délitent à l'air en fragmens anguleux, qui ne présentent aucune indication de disposition schisteuse, et qui ressemblent entièrement à celles qui, à Vic, forment la partie moyenne de la formation des marnes irisées. Sur le sommet du monticule, on trouve beaucoup de fragmens d'un grès gris ou jaunâtre, à grain fin et à cassure terreuse, qui paraît l'équivalent de celui que, dans les environs de Bourbonne-les-Bains et en plusieurs autres points, j'ai indiqué vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées.

Si on revient, à l'E. de Reichsofen, examiner le coteau qui se trouve près de la maison de la douane, on y retrouve les marnes irisées, dans lesquelles on découvre de la chaux sulfatée, en partie en cristaux et en partie en grains amorphes. On y voit des couches d'un calcaire compacte, grisâtre, un peu esquilleux, argileux et magnésifère, analogue à celui dont j'ai souvent signalé une couche vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées de la Lorraine. On y trouve aussi un calcaire gris, grossier, celluleux, à surface tuberculeuse et hérissée de parties cristallines, analogue à celui qui porte à Vic le nom de crapaud. Vers le haut de la colline, au-dessus des marnes irisées, on trouve un grès quarzeux, non effervescent, blanchâtre, à grain fin et brillant, présentant quelquefois des veines et des zônes colorées par de l'hydrate de fer : ce grès rappelle, par ses caractères, comme par sa position, celui que j'ai indiqué, en plusieurs points de la Lorraine, comme formant la pre-

mière assise de la formation du lias, et comme étant l'un des trois grès qui ont reçu des géologues allemands le nom de quadersandstein. Plusieurs des plateaux des environs sont formés par le calcaire à gryphées arquées, c'est-à-dire par les couches les mieux caractérisées de la formation du lias.

Je ne suivrai pas les formations du grès bigarré, du muschelkalk, et des marnes irisées dans les autres parties de l'Alsace où je les ai aperçues. Je renvoie à cet égard le lecteur à l'excellent ouvrage publié tout récemment par M. Voltz, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, sous le titre d'*Aperçu de la Topographie minéralogique de l'Alsace.* Je ne me suis arrêté à décrire un des points où ces formations se montrent en Alsace, que pour faire ressortir l'identité de caractères qu'elles présentent de part et d'autre avec celles des Vosges.

(*Bassin de Wintzfelden.*)

Grès bigarré et muschelkalk du bassin de Wintzfelden.

§ 42. En dedans de la ligne d'escarpemens dont j'ai parlé au commencement du § 41, on trouve dans la partie méridionale des Vosges un bassin entouré de montagnes de transition et de grès des Vosges, dont le fond est recouvert par des formations plus récentes, situées à un niveau qui, autant qu'on peut en juger sans instrumens, m'a paru être plus élevé que celui que les mêmes formations occupent sur les bords de la plaine du Rhin. Ce bassin est celui dans lequel se trouvent les villages d'Ossenbach, Wintzfelden, et au débouché duquel est bâtie la petite ville de Sultzmatt.

Au N.-E. d'Ossenbach, tout près des montagnes de grès des Vosges, on voit une carrière ouverte

dans un grès à grain fin, d'un rouge amaranthe ou d'un gris bleuâtre ou verdâtre, renfermant un grand nombre de paillettes de mica, disposées parallèlement les unes aux autres et qui lui donnent une texture très-feuilletée, surtout dans les couches supérieures; ce grès se rapporte évidemment à la formation du grès bigarré. Ses couches plongent légèrement du côté du S.-O., de manière à paraître s'appuyer contre la base de la montagne de grès des Vosges qui se trouve la plus voisine. Entre Ossenbach et Wintzfelden j'ai trouvé dans les champs beaucoup de morceaux épars de muschelkalk très-bien caractérisé; j'y ai recueilli, entre autres fossiles, l'*encrinites liliformis*, et le *mytilus eduliformis*. La vue de quelques monticules rougeâtres, que je n'ai pu visiter, m'a fait penser que les marnes irisées ne sont pas étrangères à ce bassin; enfin en montant de Wintzfelden vers les mines de fer qui se trouvent à quelque distance de ce village en filons, dans le granite on trouve un calcaire bleu, tout pareil au calcaire à gryphites, et des gryphées arquées, éparses sur la surface du terrain.

(*Pente méridionale des Vosges.*

§ 43. Au pied méridional des Vosges, on trouve depuis les environs de Béfort, jusqu'à ceux de Bourbonne-les-Bains, une zône de grès bigarré de muschelkalk et de marnes irisées, analogue à celle dont j'ai déjà signalé l'existence sur une grande partie du pourtour de ce système de montagnes. Cette zône est seulement ici un peu plus irrégulière, à cause de divers accidens dans la forme de la surface du sol et la stratifi-

Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées de la pente méridionale des Vosges.

cation ; cette zône a été étudiée avec détail par M. Thirria, ingénieur au Corps royal des mines en résidence à Vesoul, qui a commencé à en publier une description détaillée dans les *Annales des mines*, t. XI, p. 391 ; je n'entrerai en conséquence dans aucun détail à ce sujet, et je me bornerai à quelques observations sur l'identité de couches auxquelles nous avons donné, chacun de notre côté, des noms identiques ou différens.

Nous avons appliqué la dénomination de grès bigarré exactement aux mêmes couches.

Les couches immédiatement supérieures au grès bigarré, que M. Thirria désigne sous le nom de formation du calcaire avec argile, houille et gypse, comprennent à-la-fois celles que j'ai appelées muschelkalk, et celles que j'ai séparées du muschelkalk sous le nom de marnes irisées.

Le calcaire marneux et le calcaire à entroques, que M. Thirria décrit comme les membres inférieurs de ce système complexe, correspondent exactement aux couches auxquelles j'ai réservé exclusivement le nom de muschelkalk.

Le dépôt des argiles marneuses irisées que M. Thirria indique comme succédant au calcaire à entroques, et comme correspondant à celui que M. Charbaut a décrit, dans son *Mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, sous le nom de marnes irisées, correspond également au système auquel, dans les § précédens de ce mémoire, j'ai appliqué le même nom. Les amas de gypse que contient ce dépôt aux environs de Saulnot correspondent exactement à ceux qu'on y observe dans les collines des environs de Bourbonne-les-Bains. Le dépôt de combustible fossile

qui se trouve au-dessus du gypse à Gemonval, Courcelles, Gouhenans, etc., correspond à celui de Noroy, dont on retrouve des traces au-dessus des amas de gypse, dans les collines des environs de Bourbonne. A Gemonval et à Courcelles, on trouve, comme aux environs de Bourbonne, une assise de calcaire magnésifère au-dessus du dépôt de combustible. Plus haut, vient un grès, que M. Thirria désigne sous le nom de formation du troisième grès secondaire, et qui correspond à celui que j'ai indiqué précédemment comme formant la première assise du terrain de lias. Ici, comme partout ailleurs, le calcaire à gryphées arquées le recouvre immédiatement. (V. le mém. de M. Thirria, *An. des Mines*, t. XI, p. 391.)

(*Environs de Basle.*)

§ 44. Je ne me propose pas de décrire ici les environs de Basle qui font partie du système de la Forêt-Noire, et non de celui des Vosges, et qui ont été parfaitement décrits par M. le professeur P. Mérian, dans l'ouvrage intitulé : *Uebersicht der beschaffenheit des gebirgsbildungen in den umgebungen von basel.*, 1821. Je chercherai seulement à mettre le lecteur à même de comparer les descriptions que j'ai données plus haut avec celles de M. Mérian, en indiquant comment les formations qu'il fait connaître s'identifient avec celles que j'ai indiquées dans d'autres localités. **Grès bigarré muschelkalk et marnes irisées des environs de Basle.**

M. Mérian décrit, sous le nom d'*aelterer sandstein* (grès ancien), un grès de couleur rouge ou bigarrée, qui est, après les roches primitives de Laufenbourg, la partie la plus ancienne du terrain de la contrée. Ce grès correspond, par ses

caractères aussi bien que par sa position, à celui dont j'ai parlé sous le nom de grès bigarré. Je n'oserais cependant assurer que M. Mérian n'ait pas compris aussi sous cette dénomination, d'une part, quelques lambeaux de grès des Vosges, et de l'autre quelques couches du grès des marnes irisées qui se montrent dans des positions difficiles à observer.

Au-dessus du grès ancien se trouve un calcaire que M. Mérian désigne sous le nom de *rauchgrauer kalkstein* (calcaire gris de fumée), et dont les caractères minéralogiques et zoologiques sont identiques avec ceux du muschelkalk. Je dois cependant avertir que je ne regarde cette identité comme hors de doute que pour le calcaire gris de fumée du voisinage immédiat de Basle. M. Mérian indique dans les montagnes du Jura, et notamment près de Wallenburg, un calcaire gris de fumée, qu'il ne sépare pas du précédent; mais j'avoue que la contemporanéité de ces deux calcaires ne m'a pas paru évidente. Ne serait-il pas possible que celui des environs de Wallenburg ne fût comme celui de la carrière de la Porte de France, à Grenoble, auquel il ressemble beaucoup, que le prolongement pur et simple de quelques-unes des couches de la série oolithique, modifié dans ses caractères minéralogiques par l'effet des circonstances physiques particulières dans lesquelles il aurait été déposé *au fond d'une mer?*

Le calcaire gris de fumée de Wallenburg ne correspond-il pas à celui de la Porte de France à Grenoble?

M. Mérian a réuni en un seul groupe, qu'il a nommé marne bigarrée et couches subordonnées, toutes les couches qui se montrent entre le muschelkalk (*rauchgrauer kalkstein*) et les couches inférieures du calcaire oolithique. En effet, dans les environs de Basle, comme en Lorraine et en

Alsace, ces couches, pour la plupart marneuses, se lient l'une à l'autre de proche en proche d'une manière très-intime. Dans la description que donne M. Mérian, on reconnaît aisément les principales assises que présente ce système dans les contrées dont j'ai plus haut esquissé la structure; il y signale en particulier, d'une manière très-claire, le calcaire à gryphées arquées, qui forme le premier étage du lias des Anglais et le commencement d'une série dont beaucoup de convenances m'ont engagé à séparer la description de celle de la série dont je me suis occupé dans ce mémoire. Entre le muschelkalk et le calcaire à gryphées arquées, il indique une suite de couches qui me paraissent correspondre exactement aux marnes irisées de la Lorraine et de l'Alsace; je me bornerai à rapprocher des localités que j'ai décrites une seule de celles décrites par M. Mérian. Il me semble que, par sa seule description, on reconnaît les principaux membres de la formation des marnes irisées dans la coupe qu'il donne, p. 33 et 34, du terrain des deux bords de la Birs à la Neue-Welt, près Basle.

Les couches très-développées des marnes bigarrées qu'il indique sur la rive gauche de la Birs, dans le bois de la Neue-Welt, me paraissent identiques avec celles qui se montrent à la partie supérieure des collines des environs de Bourbonne-les-Bains et dans celles des environs de Vic. La couche mince de calcaire compacte, gris jaunâtre, argileux, à cassure esquilleuse, qu'il indique sous le n°. 1 sur la rive droite de la Birs, comme inférieure aux marnes précédentes, me paraît l'équivalent du calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, que j'ai indiqué vers le

milieu des marnes irisées dans les collines des environs de Bourbonne et à l'entrée du puits de Vic.

Au-dessous du calcaire n°. 1, se trouvent successivement :

N°. 2, une argile schisteuse, fendillée dans toutes les directions, le plus souvent d'un gris verdâtre, qui diffère très-peu des couches caractéristiques des marnes irisées.

N°. 3, une marne sableuse passant à l'argile schisteuse. On y a trouvé des nids de combustible fossile et des impressions de plantes ; en quelques points, elle contient un grand nombre de paillettes de mica.

N°. 4, une couche puissante de marne sableuse avec des veines d'argile noirâtre.

N°. 5, des couches de marnes, savoir :

a, marne sableuse d'un jaune sombre, avec des nœuds et des nids d'un grès ferrugineux jaune. . . . . 2 pieds et demi ;
b, argile un peu schisteuse, d'un gris jaunâtre. . . . . 1 pied et demi ;
c, marne noirâtre. . . . . . . 1 pied ;
d, marne d'un gris clair, de 1 pied et demi à 2 pieds ;
e, marne pareille à la précédente, avec des veinules noirâtres.

Les cailloux roulés qui couvrent la surface du sol ne permettent pas d'observer les couches situées plus bas. Il me semble qu'on ne peut méconnaître, dans celles n°. 2 à 5, le système qui renferme la couche de combustible fossile de Noroy, celles de Gemonval, de Courcelles, et que j'ai indiqué, en plusieurs autres endroits,

comme se trouvant constamment au-dessous de la couche de calcaire magnésifère, vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Il me paraît donc que le système du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées des environs de Basle, présente, avec le même système de couches observé sur les pentes des Vosges, une identité qui se soutient jusque dans les moindres détails. Les travaux publiés récemment par plusieurs géologues allemands montrent que cette identité se soutient sur tout le pourtour de la Forêt-Noire. (*Voyez* l'ouvrage et la belle carte de MM. d'Oeynhausen, de Dechen et de la Roche, et celui de M. Alberti.)

(*Lisière N.-O. du Jura.*)

§ 45. Au milieu des bouleversemens de couches qui, depuis Vallenburg, dans le canton de Basle, jusqu'à Villebois, sur le Rhône, au-dessus de Lyon, marquent, du côté du N.-O. et de l'O., la limite extérieure du Jura, on voit paraître, en un grand nombre de points, une épaisseur plus ou moins considérable de la formation des marnes irisées, avec des caractères tout-à-fait pareils à ceux que les mêmes couches offrent sur les pentes des Vosges. Ainsi, on voit paraître les marnes irisées :

Marnes irisées de Vaufrey (Doubs).

1°. A Vaufrey, sur les bords du Doubs, entre Sainte-Ursane et Saint-Hippolyte : j'y ai vu plusieurs couches de marnes irisées sortir de dessous le calcaire à gryphées arquées, et, parmi ces couches, j'ai remarqué particulièrement celle de calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, que j'ai déjà signalée tant de fois vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées.

Marnes irisées de Baume-les-Dames (Doubs).

2°. Un peu au S. de Baume-les-Dames, sur les bords du Doubs, dans un lieu formé par le premier étage du calcaire oolithique, dont les couches paraissent avoir été fort tourmentées : on y voit paraître, sur une petite étendue, les marnes irisées, dans lesquelles on exploite une carrière de gypse, et dans lesquelles on observe une couche de calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, dont je viens de parler. Ayant examiné ce calcaire dans le laboratoire de l'École des mines, j'ai trouvé qu'il contient des quantités de chaux et de magnésie, telles que les quantités d'oxigène qu'elles contiennent sont sensiblement égales; c'est-à-dire que ce calcaire, quoique stratiforme, et quoique ne présentant pas les caractères minéralogiques de la dolomie, en présente la composition chimique : ce qui, d'après les recherches faites sous les yeux de M. Berthier, dans le laboratoire de l'École des mines, paraît être le cas de tous les calcaires magnésifères cités dans ce mémoire, et notamment de ceux dont la composition a été indiquée § 19, d'après des essais trop rapides et faits sur une trop petite quantité de matière pour que le résultat pût en être rigoureux quant aux quantités.

Marnes irisées d'Ougney-le Bas (Doubs).

3°. À Ougney-le-Bas, sur les bords du Doubs, entre Baume-les-Dames et Besançon : M. Fénéon, aspirant au Corps royal des mines, y a observé une certaine épaisseur de marnes irisées, dans lesquelles il a reconnu le gypse de la partie inférieure de cette formation, et les couches de combustible et de calcaire magnésifère de sa partie moyenne.

Marnes irisées de Beurre (Doubs).

4°. A Beurre, à 2 lieues S.-E. de Besançon : les marnes irisées s'y montrent au-dessous du

calcaire à gryphées arquées. On y remarque une couche de calcaire magnésifère, au-dessous de laquelle on exploite, depuis long-temps, un amas de gypse. Ayant remarqué que ce gypse est salé dans quelques-unes de ses parties, on a pratiqué, au fond d'un puits qui servait à son extraction, un sondage, qui a été poussé à une grande profondeur, sous la direction de MM. Roussel-Galle et Duhamel, ingénieurs au Corps royal des mines, mais qui n'a pas conduit, comme on l'espérait, à la découverte d'un dépôt de sel gemme.

Voici l'indication des couches successives traversées tant par le puits que par le sondage :

Puits.

a.	Marnes bigarrées de couleurs lie de vin et gris bleuâtre.......	3m	,25
b.	Calcaire magnésifère..........	3	57
c.	Marnes......................	2	92
d.	Gypse.......................	19	49

Sondage commencé au fond du puits.

N°. 1.	Gypse anhydre mélangé d'argile salée......................	6m	,00
2.	Marne grise non salée..........	1	62
3.	Gypse argileux non salé.........	1	62
4.	Argile rouge un peu salée......	1	95
5.	Gypse blanc presque pur......	4	66
6.	Gypse et argile rouge..........	1	19
7.	Argile rouge salifère..........	6	00
8.	Marne blanche calcaire........	0	49
9.	Calcaire blanchâtre dur et tenace.	14	29
10.	Marne calcaire grise..........	0	97
11.	Marne rouge.................	0	81
12.	Gypse blanc.................	0	81

13.	Marne bleuâtre	0m	,97
14.	Marne rougeâtre	1	03
15.	Marne et gypse	0	81
16.	Marnes de diverses couleurs	1	84
17.	Argile noirâtre très-sèche	2	17
18.	Calcaire marneux	1	30
19.	Marne bleuâtre	1	54
20.	Chaux sulfatée anhydre très-dure	0	43
21.	Marne noire et gypse	1	30
22.	Chaux sulfatée anhydre très-dure	0	65
23.	Gypse salé et marne	1	80
24.	Calcaire marneux	1	30
25.	Gypse blanc	0	60
26.	Marne dure	0	97
27.	Chaux sulfatée anhydre	0	81
28.	Marne bleue dure	1	41
29.	Marne bleue et gypse salé	0	81
30.	Chaux sulfatée anhydre très-dure	0	46
31.	Marne grise et verte mêlée de gypse	1	80
32.	Marne grise et verte	1	14
33.	Marne noire et gypse salé	0	57
34.	Calcaire marneux	0	38
35.	Marne grise et gypse un peu salé	0	73
36.	Calcaire marneux	0	32
37.	Marne grise et gypse	1	22
38.	Marne noire et gypse blanc	3	57
39.	Marne grise et gypse salé	2	27
40.	Argile rouge et gypse blanc	3	90
41.	Argile rouge non salée	1	19
42.	*Id.* avec gypse blanc	0	49
	TOTAL	107m	,31

D'après les remarques que M. Auguste Duhamel a eu la complaisance de me communiquer,

le calcaire *b*, traversé par le puits, est identique avec le calcaire cloisonné des environs de Lons-le-Saulnier. (*V.* plus loin, § 46.) Le calcaire n°. 9 du sondage a beaucoup de rapports avec celui-ci, seulement il n'est pas divisé comme lui par une foule de petits filons de chaux carbonatée cristalline qui se croisent mutuellement : il est très-tenace. Les calcaires n°s. 18, 24, 34 et 36 ont paru à M. Auguste Duhamel analogues à ce dernier. A Salins, où ces calcaires ont reçu des ouvriers le nom de *griffe*, ils sont comme ici placés entre les différentes masses de gypse exploitées sur le revers septentrional de la montagne qui porte le fort St.-André. Ces différens calcaires sont très-probablement magnésifères; j'en ai même la certitude pour le calcaire *b* du puits que j'ai essayé. On voit qu'ici il existe deux couches principales de calcaire magnésifère, au lieu d'une seule que j'ai observée dans beaucoup d'autres localités; mais il est vrai de dire que, dans quelques localités où j'ai observé une seule couche de ce calcaire, il n'était pas évident qu'il n'y en eût qu'une seule. En revanche, la couche de grès et la couche de combustible, que j'ai trouvées ordinairement en dessous du calcaire magnésifère, n'ont pas été observées ici. On peut du reste remarquer que la dégradation qui s'observe dans la couleur et les autres caractères des marnes irisées est ici à peu près la même que dans les travaux souterrains de Vic.

5°. A Bussy, sur la route de Besançon à Quingey : les marnes irisées s'y montrent sur une petite épaisseur, au-dessus du calcaire à gryphées arquées, qui y présente des veinules de galène et de blende. Marnes irisées de Bussy (Doubs).

Marnes irisées des environs de Salins (Jura).

6°. Aux environs de Salins, les marnes irisées s'y montrent en différens points, et il y a lieu de présumer que c'est de leur sein que provient le sel tenu en dissolution par les sources salées auxquelles Salins doit son nom. Cette formation, qui s'y présente en certains endroits sur une assez grande épaisseur, y est très-bien développée : on peut l'y étudier avec facilité dans les nombreuses carrières de gypse qui y sont ouvertes, mais que je crois inutile de décrire, parce que M. Charbaut, qui les a observées avant moi avec bien plus de détail que je n'ai pu le faire, s'est servi des observations qu'il y a faites pour compléter la description des marnes irisées, qui fait partie de son mémoire sur les environs de Lons-le-Saulnier.

J'indiquerai seulement que dans la partie supérieure de l'escarpement d'une carrière de gypse située au S.-E. de Salins, au-dessous du vieux château d'Aresche, j'ai trouvé dans les marnes irisées, au-dessus de toutes les masses de gypse, mais à plusieurs mètres en dessous des premières assises du lias, une couche de calcaire argileux d'un gris plus ou moins rougeâtre, dont la surface était recouverte d'un grand nombre de moules intérieurs d'une coquille que je crois être la *cypricardia socialis* du muschelkalk. Si je ne me trompe pas sur l'espèce de la coquille, dont je n'ai vu que le moule intérieur, le fait que je cite fournira un nouveau motif pour rapprocher les marnes irisées du muschelkalk plus que du lias. La *cypricardia socialis* serait alors un fossile commun aux trois formations du grès bigarré, du muschelkalk et des

marnes irisées; il se pourrait cependant que la coquille en question ne fût qu'une modiole.

Je dois à la complaisance de M. Auguste Duhamel, ingénieur au Corps royal des mines, la description détaillée des couches traversées par différens trous de sonde percés dernièrement aux environs de Salins. Je crois utile de l'insérer ici, parce qu'elle me paraît propre à donner une idée très-précise de la succession des couches qui composent la partie moyenne de la formation des marnes irisées. Ils ont tous été exécutés au Sud et au Sud-Ouest d'Aiglepierre, le long de la pente N.-O. de la colline sur laquelle est situé le bois de Beugou. Comme l'espace dans lequel ils ont été ouverts est très limité, on ne peut attribuer qu'à l'état de bouleversement du terrain et au peu de régularité de l'allure de quelques-unes des masses qui le composent le défaut de similitude que présentent les résultats des différens coups de sonde.

Sondage a.

1. Terre végétale.	1m,	30c.
2. Marne d'un jaune orange.	3	90
3. Argile marneuse d'un bleu verdâtre clair.	1	55
4. Argile lie de vin.	1	38
5. Argile d'un bleu verdâtre clair. . . .	1	17
6. Argile fortement imprégnée de combustible.	0	34
7. Argile grise, maculée de noir. . . .	2	71
8. Argile d'un gris violacé	7	81
9. Marne d'un gris clair, avec de larges taches jaunes maculées de blanc		

	et renfermant des cristaux de quartz de la grosseur de deux millimètres.	0m,	33c.
10.	Argile d'un gris foncé.	0	12
11.	Argile d'un bleu verdâtre pâle. . .	0	52
12.	Argile un peu schisteuse d'un gris foncé, avec nuances plus claires.	0	08
13.	Marne d'un gris pâle nuancé de jaune.	0	20
14.	Argile marneuse grise, avec taches plus foncées.	0	25
15.	Marne d'un gris clair, avec de petites veines d'un jaune orange.	2	36
16.	Marne d'un gris foncé.	1	92
17.	Marne plus claire que la précédente.	0	50
18.	Marne grise, avec taches rouges et bleues.	0	33
19.	Marne d'un gris verdâtre, avec petites taches blanches.	0	30
20.	Marne verdâtre, avec taches blanches.	1	60
21.	Marne violacée fortement tachée de blanc, avec points noirs. . . .	3	06
22.	Marne gypseuse, avec larges taches vert foncé.	0	35
	TOTAL.	32m,	08c.

Sondage d.

1.	Terre végétale.	0m,	60c.
2.	Marne d'un gris verdâtre.	2	16
3.	Marne noire, avec des veines grises, paraissant un peu schisteuse. . .	0	48

4. Marne d'un gris verdâtre.	5^m,	16^c.
5. Marne d'un noir grisâtre, avec des parties argileuses blanc verdâtre.	1	80
6. *Id.* (avec parties blanches plus rares).	0	25
7. Marne d'un gris foncé.	0	55
8. Marne d'un gris verdâtre, avec des parties d'un vert jaunâtre, renfermant quelques fragmens de cristaux de quarz	1	50
9. Marne veinée de noir et de gris foncé, paraissant schisteuse.	0	28
10. Marne d'un gris verdâtre, avec des cavités jaunes remplies d'une poussière dure au toucher, avec des cristaux de quarz.	1	22
11. Houille très argileuse.	1	00
12. Marne d'un gris verdâtre, avec des parties blanches.	2	35
13. Marne légèrement veinée de gris verdâtre et jaunâtre.	1	45
14. Marne d'un gris verdâtre clair. . .	1	54
15. Lacune (l'échantillon manque). .	1	45
16. Marne argileuse gris de cendre un peu foncé.	0	45
17. Argile marneuse d'un gris verdâtre clair, imprégnée de gypse..	1	20
TOTAL.	23^m,	44^c.

Sondage e.

1. Argile marneuse lie de vin, avec parties gris clair verdâtre..	5^m,	33^c.
2. Marne friable (dont la poussière est		

douce au toucher) d'un blanc un peu jaunâtre, avec des filets non parallèles de marne un peu plus foncée (calc. cloisonné ?)... . . .	1m,	135c.
3. Argile marneuse d'un gris foncé légèrement verdâtre.	0	40
4. Argile d'un gris clair verdâtre. . .	2	10
5. Argile lie de vin, avec parties d'un gris clair verdâtre.	0	51
6. Argile un peu plus claire que le n°. 4.	0	51
7. Grès légèrement micacé, couleur gris clair, avec des veines noires charbonneuses, et nids d'un charbon provenant vraisemblablement de détritus de substances végétales.	0	38
8. Grès plus argileux et d'une couleur un peu plus claire que le précédent : le mica y est plus rare. Absence de charbon, seulement il est divisé par de petites bandes un peu plus foncées que la pâte.	8	73
9. Marne d'un noir foncé, mouchetée de blanc sale..	0	31
10. Argile gris de cendre, paraissant avoir une tendance à une disposition schisteuse.	0	62
11. *Idem* mouchetée de blanc clair, avec bandes d'un noir foncé, qui paraît être de l'argile marneuse imprégnée de combustible.. . . .	0	50
12. Argile marneuse d'un gris verdâtre, un peu dure au toucher. . .	0	30
13. Argile marneuse grise, maculée de		

	blanc, avec veines plus foncées et d'autres d'un jaune orange sale.	0^{m},	48^{c}
14.	Marne grise, avec des bandes de couleur plus claire.........	1	58
15.	Marne d'un gris foncé, maculée de blanc................	0	16
16.	Marne d'un gris clair verdâtre, avec veines de gypse..........	0	25
17.	Argile marneuse d'un gris foncé, avec des parties noires.......	0	25
18.	Argile d'un gris verdâtre, imprégnée de gypse fibreux un peu rose.	1	61
	TOTAL....	36^{m},	60^{c}

Sondage g.

1.	Terre végétale............	0^{m},	66^{c}
2.	Marne jaune sale, endurcie ou calcaire (calc. cloisonné?)....	1	20
3.	Argile d'un jaune gris verdâtre...	1	00
4.	Grès bleu verdâtre, avec de petites paillettes de mica blanc et des taches rouges, paraissant mélangé de beaucoup d'argile.......	0	65
5.	Argile marneuse rouge, légèrement veinée de blanc..........	1	35
6.	Argile d'un bleu verdâtre......	0	50
7.	Houille en poussière mêlée d'argile.	0	62
8.	Marne d'un jaune orange......	5	18
9.	Argile marneuse d'un bleu verdâtre................	2	43
10.	Marne couleur d'ocre jaune, mélangée de bleu...........	0	16
11.	Marne couleur cendre claire....	5	30

12. Marne lie de vin, nuancée de bleu verdâtre.	4	24
13. Marne gypseuse lie de vin pâle.	0	17
TOTAL.	23m,	46c.

Marnes irisées des environs de Lons-le-Saulnier.

§ 46. Je pourrais pousser plus loin l'énumération des localités où les marnes irisées se montrent au jour sur la lisière occidentale du Jura. Mais, comme la plupart de celles que je pourrais encore citer ont été observées par M. Charbaut, ingénieur des mines, qui en a résumé les caractères dans le *Mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, qu'il a publié dans le quatrième volume des *Annales des Mines*, page 579, je renverrai le lecteur à ce travail, qui a fait de Lons-le-Saulnier un des points de départ des géologues qui étudient le Jura, et je me bornerai à quelques remarques qui me paraissent nécessaires pour mettre mes indications en harmonie avec les siennes. On a déjà plusieurs fois remarqué l'identité de caractères qui existe entre les marnes irisées de la Lorraine et de l'Alsace et celles de Lons-le-Saulnier. Cette identité ne se borne pas aux caractères généraux, elle s'étend jusqu'aux moindres détails de structure et de position.

J'ai, par exemple, examiné avec détail le passage des marnes irisées au calcaire à gryphées arquées, sur la côte la plus élevée, à gauche de la route de Lons-le-Saulnier à Penessières, et j'ai trouvé que ce passage se fait exactement de la même manière que dans les environs de Bourbonne-les-Bains, de Charmes et de Vic. Les cou-

ches supérieures des marnes irisées présentent de petites couches et des lits de rognons de calcaire argileux. Un peu avant de se terminer, elles perdent leurs couleurs ordinaires pour devenir d'un vert pâle. On y voit paraître alors des couches très-minces d'argile schisteuse, noire, qui déjà appartiennent au système du calcaire à gryphites; puis des couches d'un grès quarzeux, à grains fins, contenant quelques impressions végétales peu distinctes. Bientôt les marnes vertes cessent de se mêler aux couches alternantes d'argile schisteuse, noire, et de grès. Le grès domine sur une faible épaisseur, puis il est lui-même remplacé par le calcaire à gryphées.

Les couches inférieures de la formation des marnes irisées ne se voient en aucun point des environs de Lons-le-Saulnier. Les masses les plus basses qu'on ait atteintes sont des masses de gypses, qui paraissent correspondre à celles qui, aux environs de Bourbonne-les-Bains et de Saulnot, se trouvent à la partie inférieure des marnes irisées, mais cependant à une certaine hauteur au-dessus du muschelkalk.

M. Charbaut dit, p. 600 du tome IV des *Annales des Mines*, en parlant de la petite couche de combustible qu'il indique dans les marnes irisées, en différens points des environs de Lons-le-Saulnier, qu'*elle est fort remarquable par sa position constante au-dessus des masses de gypse, dont elle peut servir d'indice, et par sa grande étendue.* Cette constance dans sa position se joint à la nature du combustible qu'elle présente, pour l'identifier avec celle que j'ai indiquée précédemment à Noroy, à Courcelles, à Gemonval,

et dont j'ai cité des indices dans une position correspondante aux environs de Bourbonne-les-Bains et de Basle. L'examen des couches de roches qui accompagnent cette couche combustible confirme complétement ce rapprochement. Cette couche de combustible, ainsi que l'indique M. Charbaut, p. 592, vient affleurer au tiers de la hauteur de la côte de Pimont, sur le chemin qui conduit de Lons-le-Saulnier à la tour qui en couronne le sommet. L'Administration des salines y fit percer, il y a une trentaine d'années, un puits de recherche qui l'atteignit à vingt mètres environ : sa faible épaisseur et la grande proportion de terre qu'elle renferme l'ont fait abandonner. Au-dessus de l'affleurement de la couche de houille, on trouve celui d'un grès terreux micacé, pétri d'impressions végétales indéterminables, analogue à celui que j'ai indiqué plusieurs fois dans la même position, et qui s'enfonce sous une couche assez épaisse d'un calcaire compacte jaunâtre, à cassure terreuse et un peu esquilleuse, magnésifère, que M. Charbaut désigne sous le nom de calcaire cloisonné, à cause de la présence accidentelle de nombreux petits filons spathiques plus solides que le reste, et qui est l'équivalent exact du calcaire magnésifère, que j'ai eu constamment occasion de citer vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées dans toute la Lorraine, en Alsace, et même aux environs de Luxembourg et de Basle.

On voit donc que non-seulement la formation des marnes irisées, considérée dans son ensemble et dans ses rapports géognostiques avec d'autres formations, reste semblable à elle-même depuis

Luxembourg jusqu'à Lons-le-Saulnier, sur une étendue de trois degrés de latitude, mais que, dans toute cette étendue, les couches particulières, qu'on peut distinguer par des caractères spéciaux, s'y soutiennent dans le même ordre respectif avec une régularité remarquable.

RÉSUMÉ.

Je ne reviendrai pas ici sur le peu que j'ai dit, en commençant ce mémoire, de la configuration extérieure des Vosges et des roches (primitives?) et de transition, qui en constituent la partie centrale et la plus élevée. Je crois également inutile de rappeler la description que j'ai donnée de la formation du grès des Vosges, qui constitue à elle seule une partie considérable de ces montagnes, et qui, par suite de sa superposition au terrain houiller et du défaut de continuité qui existe entre sa stratification et celle du grès bigarré qui la recouvre, m'a paru se rattacher à la formation du grès rouge (*rothe todte liegende*) des géologues allemands, à laquelle ses couches inférieures, qui, à la vérité, sont assez distinctes de la masse principale, ressemblent complétement. Je ne résumerai donc ici que les § 12, 13, etc., à 46, consacrés à faire connaître la série de couches concordantes et intimement liées entre elles, qui s'étend depuis les assises les plus basses du grès bigarré jusqu'aux assises les plus élevées des marnes irisées.

Sur presque tout le pourtour des Vosges on voit le grès bigarré (*bunter sandstein* des Allemands, *new-red-sandstone* des Anglais) former des proéminences arrondies au pied de collines plus élevées

ou de véritables montagnes formées de grès des Vosges. Il y a cependant quelques localités, telles que les environs de Plombières et de Sarrebruck, où le grès des Vosges n'atteignant qu'une faible hauteur, le grès bigarré le recouvre jusque sur les points les plus élevés. Ce n'est qu'en un de ces points, au midi de Sarrebruck, sur la route de Forbach à Sarguemine, que j'ai pu voir le contact immédiat des deux formations. Le grès bigarré reposait, à stratification discordante, sur le grès des Vosges, et présentait, dans sa partie inférieure, plusieurs lits de rognons de dolomie. La partie inférieure du grès bigarré est composée d'un grès à grain fin, le plus souvent d'un rouge amaranthe, renfermant de petites paillettes de mica disséminées irrégulièrement. Ces couches sont fort épaisses, et fournissent partout de très-belles pierres de taille. En s'élevant davantage dans la formation, on trouve des couches plus minces, qui sont exploitées pour faire des meules à aiguiser. Plus haut encore, on en trouve de très-minces et très-fissiles, qu'on exploite comme dalles pour paver les maisons, et comme ardoises pour les couvrir. Ces couches doivent leur fissilité à un grand nombre de paillettes de mica, qui sont constamment disposées dans le sens de la division schisteuse. Ces mêmes couches deviennent souvent très-peu consistantes, et passent même à une argile bigarrée, qui est employée comme terre à brique; lorsqu'elles ont cette consistance terreuse, elles présentent fréquemment des masses de gypse, qui me paraissent correspondre exactement au second gypse de la Thuringe. Ces couches supérieures du grès bigarré

présentent très-souvent, comme les inférieures, une couleur d'un rouge amaranthe; mais elles présentent, plus fréquemment que ces dernières, des taches d'une couleur gris bleuâtre, qui s'y trouvent souvent en assez grande abondance et d'une assez grande étendue pour former la couleur dominante. Le grès bigarré présente, surtout dans ses couches supérieures, un grand nombre d'empreintes végétales; celles qui sont les plus abondantes sont rapportées par M. Adolphe Brongniart au genre *calamites*. Dans les carrières de Domptail, le grès bigarré présente un banc pétri de moules de coquilles, dont plusieurs appartiennent à des genres et même à des espèces qui lui sont communes avec le muschelkalk.

Les assises les plus élevées de la formation du grès bigarré présentent souvent des couches peu épaisses de calcaire marneux ou de dolomie, qui sont le commencement de la formation du muschelkalk. A mesure qu'on s'élève, ces couches deviennent plus rapprochées et finissent par remplacer entièrement le grès: alors commence la série de couches calcaires qui constituent la formation à laquelle les géologues allemands ont donné le nom de muschelkalk, et que M. Brongniart désigne par celui de calcaire conchylien. Même dans les lieux où les couches inférieures de cette formation sont composées de dolomie, les couches qui composent sa masse principale m'ont toujours présenté d'autres caractères; et dans le petit nombre de localités où elles sont fortement magnésifères, et où, d'après les analyses faites sous les yeux de M. Berthier, dans le

laboratoire de l'École des mines, elles renferment très-sensiblement la quantité de magnésie qui correspond à la composition théorique de la dolomie, elles présentent des caractères minéralogiques qui s'éloignent de ceux de cette roche, mais elles ne contiennent pas de fossiles. Généralement le muschelkalk se compose d'un calcaire compacte gris de fumée, tantôt à cassure conchoïde et tantôt à cassure unie en grand et inégale en petit. Ces deux variétés se mélangent fréquemment dans un même bloc. Le muschelkalk est souvent assez riche en fossiles, dont les plus généralement répandus sont les suivans : *terebratula vulgaris* ou *subrotunda*, *mytilus eduliformis*, *cypricardia socialis*, *ammonites nodosus*, *ammonites semipartitus* et *encrinites liliformis*.

Les assises supérieures du muschelkalk présentent souvent une marne schisteuse grise qu'on voit, à mesure qu'on s'élève, prendre une teinte verdâtre de plus en plus prononcée. Bientôt la disposition schisteuse diminue; la teinte verdâtre devient plus prononcée, et est fréquemment interrompue par des taches rouges.

C'est alors qu'on passe aux marnes irisées, *keuper* des Allemands, *red-marl* des Anglais, qui se composent ordinairement d'une marne bigarrée de rouge lie de vin et de gris verdâtre ou bleuâtre, qui se désagrège en fragmens, dans lesquels on ne reconnaît aucune trace de disposition schisteuse.

Vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées, se trouve constamment un système composé de couches d'argile schisteuse noirâtre, de grès à grain fin et terreux, de couleur gris

bleuâtre, ou d'un rouge amaranthe et de calcaire compacte, grisâtre ou jaunâtre, à cassure esquilleuse, quelquefois celluleux, et qui est constamment magnésifère et contient sensiblement la même proportion de magnésie que la dolomie. Dans ce système de couches, le calcaire magnésifère forme souvent une seule couche à la partie supérieure, tandis que le grès et l'argile schisteuse se trouvent au-dessous, alternant ensemble et avec des couches de marnes irisées. Ces couches de grès et d'argile schisteuse renferment très-souvent des empreintes végétales, et souvent aussi des couches de combustible, qui sont en ce moment l'objet de différens travaux de recherches, et même de quelques petites exploitations.

Les masses de sel gemme reconnues à Vic, à Dieuze et dans plusieurs autres points de la Lorraine, se trouvent dans la partie inférieure des marnes irisées, c'est-à-dire au-dessous du système de couches de calcaire magnésifère de grès et de combustible. Des masses de gypse se présentent aussi très-souvent à cette hauteur, tandis que d'autres, moins constantes, se montrent dans la partie supérieure des marnes irisées.

Il est à remarquer que les couches schisteuses, d'une consistance terreuse, de la partie supérieure du grès bigarré, lorsqu'elles sont assez terreuses pour que le mica y devienne peu apparent, ressemblent beaucoup à celles qui forment le passage entre le muschelkalk et le grès bigarré; de sorte que si le muschelkalk n'existait pas, il y aurait une fusion complète entre le grès bigarré et les marnes irisées. C'est, je crois, ce

qui a lieu en Angleterre, où ces deux formations se trouvent réunies en une seule, connue sous le nom de *new-red-sandstone and red-marl*; mais il est bon d'observer que, même dans ce pays, les couches de grès (*new-red-sandstone*) se trouvent au-dessous des couches de marne (*red-marl*).

Les couches supérieures des marnes irisées présentent une teinte verte, qui les distingue du reste de la masse. On y voit paraître des couches minces d'argile schisteuse, noire, et de grès quarzeux presque sans ciment, qui finissent par remplacer entièrement les marnes vertes, et qui forment le commencement du grès inférieur du lias, grès qui fait partie de ceux que les géologues allemands ont nommés *quadersandstein*, mais qui se lie complétement, tant par des passages que par les fossiles qu'il contient, au calcaire à gryphées arquées qui le recouvre. La séparation que je fais entre les marnes irisées et le grès inférieur du lias est du nombre de ces coupures artificielles, auxquelles la nécessité d'assigner des bornes circonscrites à chacun des objets de nos études nous force de recourir dans l'étude de toutes les sciences naturelles. Aussi, si les marnes irisées continuent quelquefois à former un système assez distinct à une grande distance des Vosges, par exemple près de Luxembourg et de Lons-le-Saulnier, il est d'autres contrées où rien ne conduit à les séparer du grès inférieur du lias; aux environs de Saint-Léger-sur-Dheune et d'Autun, les marnes irisées rentrent dans le dépôt d'arkose, qui, dans d'autres parties de la Bourgogne, où il est beaucoup plus mince,

paraît s'identifier avec le grès inférieur du lias, qui se lie intimement au calcaire à gryphées arquées.

Quels que soient du reste les passages qui existent entre les couches dont je viens de résumer les caractères (grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées), et celles qui leur sont inférieures et supérieures, l'époque de leur dépôt paraît avoir répondu à une période de la chronologie zoologique, qui se distingue assez nettement de celles qui l'ont précédée et suivie, en ce que les *productus* avaient déjà disparu de la partie de notre planète qui est devenue l'Europe, tandis que les *bélemnites*, les *ammonites persillées* et les (*gryphites?*) ne s'y étaient pas encore montrées.

J'ai eu occasion d'indiquer du sel gemme dans un seul étage de ce même système de couches, savoir, dans la partie inférieure des marnes irisées; du gypse dans trois étages, savoir, dans les assises supérieures du grès bigarré, dans la partie inférieure des marnes irisées, et dans la partie supérieure des mêmes marnes; et du carbonate calcaréo-magnésien (dolomie et calcaire magnésifère) dans quatre étages différens, savoir, dans les assises inférieures et dans les assises supérieures du grès bigarré, dans la partie moyenne du muschelkalk et vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Ces trois substances s'y font également remarquer par l'absence de tout débris et de toute empreinte organique; mais le gypse, et par analogie le sel gemme, me paraissent y former des amas : tandis que le carbonate calcaréo-magnésien, soit qu'il présente les caractères

minéralogiques de la dolomie, soit qu'il ne les présente pas, y est toujours éminemment stratiforme, circonstance qui semble l'éloigner beaucoup des masses de dolomie sans structure distincte, qui s'observent dans le midi de la France, en Tyrol, etc., et qui ont fourni à M. Léopold de Buch le sujet d'observations si neuves et si curieuses.

SUR LE

VOYAGE MÉTALLURGIQUE EN ANGLETERRE

DE MM. DUFRÉNOY ET ÉLIE DE BEAUMONT,
Ingénieurs au Corps royal des Mines;

Rapport lu à l'Académie des Sciences, le 10 Novembre 1828,

PAR A. M. HÉRON DE VILLEFOSSE,
Conseiller d'État, Inspecteur divisionnaire des Mines, Membre de l'Académie des Sciences.

L'ACADÉMIE m'a chargé de lui rendre compte d'un ouvrage publié par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, Ingénieurs des mines, ayant pour titre : *Voyage métallurgique en Angleterre, ou Recueil de mémoires sur le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais d'étain, de cuivre, de plomb, de zinc et de fer, dans la Grande-Bretagne;* (un volume in-8°, avec 17 planches gravées.)

S'il importe en général aux progrès de l'industrie française d'étudier les procédés que l'on emploie avec succès dans les ateliers les plus célèbres des pays étrangers, c'est principalement à l'égard des mines et usines qu'une description exacte de ces procédés paraît être nécessaire, parce que les ateliers de ce genre sont moins

connus, étant moins accessibles à tous les yeux.

C'est donc un véritable service que les auteurs de cet ouvrage ont rendu aux établissemens de mines et usines, dont le nombre se multiplie chaque jour en France, que d'appliquer les diverses sciences qu'ils cultivent, en leur qualité d'ingénieurs, à la description des ateliers de la Grande-Bretagne qui sont propres à exciter l'émulation française. Aussi déjà le *Voyage métallurgique* de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont est-il entre les mains d'un grand nombre de Français auxquels il sert de guide dans l'exploitation des mines et usines du royaume.

Pour faire voir que cet ouvrage mérite l'estime dont il jouit déjà, il nous suffira d'indiquer les objets qu'il embrasse.

Après avoir présenté une notice sur le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais d'étain et de cuivre que possède abondamment le comté de Cornouailles, les auteurs décrivent les mines de plomb du Cumberland et du Derbyshire, le gisement et l'exploitation des minerais de zinc, en Angleterre, les différens bassins houillers de ce pays, enfin la fabrication de la fonte et du fer par les procédés qui ont reçu la dénomination de méthode anglaise, et qui, depuis quelques années, sont naturalisés en France.

Suivons rapidement MM. les Ingénieurs dans les différentes contrées sur chacune desquelles ils présentent des détails faits pour intéresser également les savans et les hommes du métier.

Dans le comté de Cornouailles, qui fournit à lui seul plus d'étain et de cuivre qu'aucun autre État de l'Europe, les dépôts naturels de ces mé-

taux se trouvent toujours, en masses ou en filons, soit dans le granit, nommé en Cornouailles *growan*, soit dans un schiste argileux verdâtre, nommé *killas*, soit dans un porphyre feldspathique, dit *elvan*. C'est près de la ligne de jonction des deux terrains de granit et de schiste (*killas*), que l'on observe toutes les masses, dites *stockwerk* en allemand, tous les amas, et la plupart des filons de minerai d'étain; ces filons se prolongent souvent de l'une des deux roches dans l'autre. On observe fréquemment de petits filons de granit dans le schiste (*killas*); mais ils ne sont pas métallifères.

On exploite en Cornouailles des minerais d'étain, de cuivre, d'arsenic, de plomb et même d'argent. Les minerais d'étain se rencontrent, 1°. en petites couches ou veines, ou en amas, dits *tin-floors*; 2°. en masses, ou *stockwerk*, qui sont des réunions de petits filons épars dans la roche; 3°. en filons réglés; 4°. disséminés dans les dépôts d'alluvion. Les minerais des autres métaux ne se trouvent en général qu'en filons.

Les filons d'étain, très-nombreux dans le granit, le sont moins dans le schiste (*killas*); mais la plupart de ceux que l'on exploite dans cette dernière roche sont riches, comme dans les environs de Heslton, de Camborne et de Saint-Agnès.

Les filons de cuivre, au contraire, abondent dans le schiste (*killas*), et sont très-rares dans le granit, quoiqu'ils en soient toujours très-rapprochés.

C'est principalement à l'extrémité Sud-Ouest du comté de Cornouailles, dans la paroisse de Étain

Saint-Just, près du cap Cornwall, que se trouvent les mines d'étain, tandis que les mines de cuivre sont groupées principalement aux environs de Redruth, ville située près de l'extrémité Est de ce district.

Les filons métallifères sont affectés de diverses manières par les filons de porphyre (*elvan*), qui les traversent. Le plus ordinairement les premiers passent à travers le porphyre (*elvan*), comme à travers le schiste (*killas*), sans éprouver aucune altération apparente. Quelquefois ils s'amincissent, s'appauvrissent et se divisent en filets; d'autres fois, au contraire, le filon, en entrant dans le porphyre (*elvan*), augmente de puissance et s'enrichit.

En comparant les différens gisemens que l'étain oxidé présente en Cornouailles, avec ceux que ce même minerai offre dans le royaume de Saxe, à Altenberg et ailleurs, on trouve la plus grande analogie; non-seulement pour les genres de gisement, mais même pour l'âge, ou l'époque de formation des filons. C'est un vaste sujet de méditation pour les savans géologues, comme c'est un précieux résultat d'observation pour les mineurs praticiens. On pourra appliquer utilement ce résultat aux recherches de minerais d'étain, qui ont été faites en France, à Pyriac (Loire-Inférieure); et là, au lieu de se borner à faire des recherches dans le granit, comme on l'a fait principalement jusqu'à ce jour, il sera nécessaire d'explorer également le schiste, ainsi que l'indiquent les auteurs de l'ouvrage qui nous occupe.

Quelques filons métallifères ont fourni du minerai de cuivre près de la surface du terrain,

et ensuite on les a trouvés riches en étain dans leur partie inférieure; mais en général, les filons de cuivre sont peu productifs dans un district de filons d'étain. Ces derniers sont d'une formation antérieure à celle des filons de cuivre; car ceux-ci les coupent, et ils sont à leur tour coupés par d'autres filons croiseurs, qui sont les uns métallifères, les autres stériles, et tous de formation plus récente.

On sait que, lorsque deux filons se coupent dans le sein de la terre, il est très-important, pour la continuation des travaux du mineur, de connaître exactement la direction de la partie rejetée, puisqu'il s'agit de la retrouver pour la poursuivre.

Dans les écoles des mines d'Allemagne et de France, on enseigne que le rejet, ou la partie rejetée, se trouve toujours du côté de l'angle obtus. Telle est aussi la règle en Cornouailles, et plus l'angle est obtus, plus le rejet est considérable.

Le minerai d'étain oxidé se trouve disséminé dans le terrain d'alluvion aux environs de Saint-Just et de St.-Austle. Ces amas, que les Allemands nomment *seifen-werk*, et les Anglais *stream-works*, sont désignés en français par la dénomination correspondante de mines d'étain de lavage, parce que l'eau est le principal agent que l'on emploie pour opérer une séparation exacte entre les galets d'étain oxidé et le sable dans lequel ils sont disséminés.

A Pentowan, l'épaisseur du terrain d'alluvion qui recouvre le dépôt naturel de minerai d'étain varie de 20 à 70 pieds. Dans cette alluvion, qui, à partir de la surface du sol, est composée de terre végétale, de gravier, d'argile contenant

de la tourbe noirâtre et du phosphate de fer, de sable de mer, puis d'argile contenant des coquilles récentes, ensuite de sable de mer avec de gros galets, et enfin de sable contenant des galets de minerai d'étain et des galets de roches anciennes, on trouve quelquefois divers débris d'animaux, de grandes dimensions. Le sable d'étain est toujours disséminé uniquement à la partie inférieure du dépôt. On doit en conclure, avec les auteurs, que l'alluvion stannifère est ancienne, et qu'elle a été formée en une seule fois, mais non partiellement, ou à des époques différentes.

Tout porte à croire que c'est à la destruction des filons d'étain qu'est due la formation de ces alluvions stannifères; car dans les plus gros galets, le minerai se trouve associé avec le quartz, avec la chlorite et avec les autres substances pierreuses qui constituent les filons d'étain exploités dans le comté de Cornouailles. Dans ces galets d'étain, on n'observe jamais aucun mélange d'autres matières métalliques, si ce n'est quelquefois du fer hématite. C'est pour cela que ces minerais ont la réputation méritée de procurer un étain très-pur. Il est vraisemblable, comme l'indiquent les auteurs, que les arséniates et les sulfures qui accompagnent ordinairement l'oxide d'étain dans les dépôts naturels de ce minerai ont été décomposés, et ensuite enlevés par l'action des eaux, tandis que l'hématite et l'oxide d'étain ont seuls résisté, comme étant des minéraux presque indestructibles.

Après avoir fait connaître les circonstances du gisement des minerais dans le comté de Cornouailles, les auteurs en décrivent l'exploitation

qui s'opère, soit par travaux souterrains, soit à ciel ouvert ; ils y joignent le calcul de la force vive qui est développée par une machine à vapeur employée pour l'épuisement des eaux. Dans cette machine à haute pression, le cylindre principal a de diamètre 2 mètres, 3 décimètres ; la course du piston est de 3 mètres, et la pression de la vapeur est capable de faire équilibre à une colonne de mercure haute de 1 mètre, 54 centimètres. MM. les Ingénieurs calculent que le maximum de la force vive dans cette machine équivaut à celle de 308 chevaux ; mais le jour qu'ils ont visité cette même machine, qui est la plus puissante du pays, elle ne produisait qu'un effet de 109 chevaux.

Sur la côte qui s'étend du Land's-End à Saint-Yves, plusieurs mines, et notamment celles de Bottalack, présentent des ouvertures de puits ou galeries, pratiquées dans des rochers continuellement battus par les vagues, et des excavations, ou grandes chambres souterraines, qui sont pratiquées sous le fond de la mer. L'ouvrage de MM. les Ingénieurs offre des détails intéressans à l'égard de ces travaux qui attestent la hardiesse des mineurs ; mais ils rapportent aussi le désastre d'une célèbre mine de ce genre, de la mine d'étain de Wherry, dont le puits, établi à grands frais, présentait l'aspect d'une tourelle en bois, s'élevant au sein des eaux. Ce puits fut renversé par un vaisseau, d'où il résulta que les travaux furent inondés et la mine abandonnée.

Pour la préparation mécanique des minerais, les bocards anglais sont mis en mouvement, tantôt par des roues hydrauliques, tantôt par des machines à vapeur. Dans le dernier cas, chaque

machine à vapeur est de la force de 25 chevaux, et fait mouvoir jusqu'à 16 batteries, chacune de trois pilons, au lieu que, dans le premier cas, chaque roue hydraulique ne met en mouvement qu'une ou deux batteries. Le criblage et le lavage ultérieur du minerai s'opèrent en général par les procédés qui sont connus sous les dénominations de caisses allemandes et de tables dormantes.

On achève la purification de l'oxide d'étain en le calcinant dans des fourneaux à réverbère, après quoi il est de nouveau criblé et lavé, puis soumis aux opérations du fondage.

Les minerais d'étain des comtés de Cornouailles et de Devonshire sont tous traités dans le pays même, parce que les lois en défendent l'exportation hors de ces provinces. Les fonderies appartiennent en général à des particuliers qui ne possèdent pas de mines d'étain.

Le traitement de ces minerais s'opère par deux méthodes différentes. Par la première, on expose un mélange de minerai d'étain et de houille sèche en poudre sur la sole d'un fourneau à réverbère, qui est chauffé avec de la houille brute. Par la seconde méthode, on fond le minerai d'étain, par le moyen du charbon de bois, dans des fourneaux à manche, c'est-à-dire dans des fourneaux où la matière à fondre est en contact avec le combustible. Cette dernière méthode est peu usitée; on ne l'applique qu'à du minerai d'alluvion destiné à fournir une sorte d'étain que l'on nomme en anglais *grain-tin*, et en français étain en larmes, sorte que réclament les besoins de quelques arts, et notamment la teinture.

Après avoir procédé, ainsi que le décrivent les

auteurs, à la désoxidation et à la fusion du minerai d'étain, on lui fait subir le raffinage, qui commence par une liquation, et qui se termine par un écumage pour lequel on enfonce, dans le bain d'étain, des bûches de bois vert; ces bûches en s'enflammant font bouillonner le métal, et le déterminent à se diviser en différentes zones; les zones supérieures offrent l'étain le plus pur. On met soigneusement à profit les résidus stannifères, nommés scories et crasses.

Dans le traitement de l'étain au fourneau à réverbère, la richesse des minerais mélangés pour la fusion est communément de 70 en étain pour 100 parties du mélange; on en obtient 65 pour 100 par la fusion en grand.

Mais dans la fonte de l'étain au fourneau à manche, on traite du minerai dont la richesse est de 75 à 78 pour 100; on en obtient environ 66 de métal.

Quant à la dépense en combustible, pour obtenir 100 kilogrammes d'étain, on consomme, dans le travail du fourneau à réverbère, 175 kilogrammes de houille, et dans le travail du fourneau à manche, 160 kilogrammes de charbon de bois. Par le premier procédé, la perte en étain n'est que de 5 pour 100; par le second, elle est de 15.

D'après ces données, les auteurs établissent, par des calculs, que le travail du fourneau à réverbère, tel qu'il est pratiqué en Angleterre, leur paraît préférable, sous le rapport de l'économie et de la simplicité, au travail du fourneau à manche qui est usité, pour le même objet, en Allemagne. MM. les Ingénieurs rapportent que, dans l'année 1821, qui offrit à-peu-près la moyenne

des quatre années antérieures, les mines du comté de Cornouailles produisirent,

En étain commun.	28.050 qx. mét.
———— fin.	3.709
TOTAL.	31.759 qx. mét.

Cuivre. Les minerais de cuivre sont exploités dans les îles britanniques, quelquefois en amas, et plus souvent en filons, au sein des roches de transition, très-anciennes, soit dans les comtés de Cornouailles et de Devonshire, soit dans l'île d'Anglesey, dans le pays de Galles, dans le Westmoreland et ailleurs; la plus grande partie de ces minerais est transportée à Neath et à Swansea, sur la côte méridionale du pays de Galles, pour y être fondue par le moyen de la houille qui abonde en ce pays, tandis qu'elle manque auprès de la plupart des mines de cuivre.

Le minerai d'Anglesey présente un mélange de pyrite de fer et de pyrite de cuivre, qui est analogue au minerai de Saint-Bel près Lyon. Ce minerai d'Anglesey, qui ne contient que 2 ou 3 parties de cuivre pour 100, procure cependant par année plus de 8.000 qx. mét. de métal.

Le grillage et la fusion des minerais s'opèrent dans des fourneaux à réverbère. Avec la description de tous les procédés métallurgiques, MM. les Ingénieurs exposent la théorie de l'affinage du cuivre, ainsi que les détails pratiques de cet art difficile; ils décrivent aussi la fabrication du laiton que l'on obtient en Angleterre, à Bristol et à Birmingham, en combinant le cuivre directement avec le zinc métallique, comme cela se pratique aussi dans quelques usines françaises; ils font voir comment s'exécute le laminage du cuivre; c'est par le moyen de deux cylindres pleins, dont la longueur est ordinairement de

3 pieds, et le diamètre de 15 pouces, et qui sont disposés de telle manière, qu'au moyen d'une vis de pression, le cylindre supérieur peut se rapprocher du cylindre inférieur; il en résulte que l'on resserre les cylindres à mesure que la feuille de cuivre diminue d'épaisseur.

Comme le traitement du cuivre donne lieu à un dégagement de vapeurs ou fumées très-nuisible, un savant, M. John Henry Vivian, a imaginé de condenser et d'absorber ces vapeurs au moyen de l'eau. Pour cela, il fait passer les fumées des fourneaux dans un long canal et dans une suite de chambres dont la dernière aboutit à une grande cheminée. Chacune de ces chambres est surmontée d'un bassin de cuivre qui est percé de trous par lesquels de l'eau tombe régulièrement en pluie.

Plusieurs des acides qui se trouvent dans les fumées de cuivre, tels que les acides arsénieux et arsénique, sulfurique et sulfureux, sont ainsi absorbés par l'eau, après que les vapeurs ont traversé successivement plusieurs chambres à pluie.

Quant aux substances emportées mécaniquement, elles se déposent en boue dans le fond des chambres. Ainsi, le but important que l'on se proposait se trouve atteint jusqu'à un certain point. Cependant, à la fin de l'année 1822, on désirait encore que le procédé de condensation des vapeurs de cuivre fût perfectionné, et un prix de 1000 livres sterling (25.000 fr.), qui a été proposé pour cet objet, n'était pas encore décerné.

Pendant l'année 1822, les mines de cuivre de la Grande-Bretagne ont produit la quantité de métal que voici :

En cuivre, provenant des mines du seul comté de Cornouailles..............	qx. mét. 94.709, 65
———— des mines de Devonshire, du Staffordshire, d'Anglesey, et en général du pays de Galles, du Sommersetshire, du Cumberland et du Westmoreland......	14.098, 35
— de l'Irlande et de l'Écosse.......	7.602, 35
	qx. mét.
Total...........	116.410, 35

Sur cette quantité, les usines seules du pays de Galles ont fourni 112.076 qx. mét. de ce métal par le traitement de minerais provenant des autres contrées.

Plomb. Le travail du plomb n'est pas moins actif. De nombreuses mines de ce genre sont en exploitation dans le pays de Galles, dans l'Écosse, dans les comtés de Cornouailles et de Devonshire, de Shropshire, Derbyshire, Cumberland, Durham et Yorckshire. Les principales mines sont celles du Cumberland et du Derbyshire.

MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont décrivent les travaux métallurgiques de ces contrées, après avoir fait connaître le gisement des minerais, par un savant mémoire dont ils annoncent que l'auteur est M. Brochant de Villiers, membre de l'Institut.

Dans le Cumberland, c'est un terrain principalement composé de roches calcaires, recouververtes par le terrain houiller, en d'autres termes, c'est un calcaire de transition, qui contient les gîtes de minerais de plomb; ils sont disposés tantôt en filons, tantôt en masses ou en couches.

Dans le Derbyshire, c'est un terrain de calcaire et de trapp, qui renferme des gîtes de minerais de plomb et des gîtes de zinc oxidé calamine. Ici, l'on exploite principalement des filons de

plomb dans lesquels se trouvent ces belles masses de chaux fluatée dont on fait des vases et divers objets d'ornement.

Les filons de cette contrée existent en général dans les couches calcaires, et lorsque l'exploitation, parvenue à la partie inférieure de la couche, entre dans une roche amygdaloïde, connue sous le nom de *toad-stone*, le filon disparaît; mais souvent, dans le calcaire inférieur au *toad-stone* on retrouve un filon que les mineurs regardent comme le prolongement du filon supérieur qui était perdu.

Ces observations ont été depuis long-temps opposées à la doctrine des filons du célèbre Werner, et si elles étaient constantes, il serait en effet difficile de concilier de pareils faits avec l'idée de la formation des filons par des fentes; mais dans plusieurs mines qu'il a visitées, M. Brochant de Villiers a reconnu que le filon se prolonge au delà du calcaire dans un *toad-stone* terreux. Ce savant en conclut que l'anomalie, indiquée comme générale, n'existe point dans toutes les localités.

Quant à l'interruption de la plupart des filons du Derbyshire par le *toad-stone*, M. Brochant de Villiers est porté à penser qu'il ne faut pas la regarder comme une anomalie complète. Suivant lui, de tels gîtes de minerais peuvent rentrer dans la classe des filons en zigzag, ou en escalier, qui sont fréquens dans plusieurs pays, notamment dans le Cumberland, et qui ne sont qu'un cas particulier, mais facile à concevoir par la théorie des filons de Werner. Au surplus, M. Brochant de Villiers appelle l'attention des géologues sur ces filons extraordinaires.

Les minerais de plomb sont préparés au traitement métallurgique par une suite d'opérations que décrivent les auteurs de l'ouvrage qui nous occupe.

Pour concasser le minerai mélangé, on emploie avec avantage, aux environs d'Alston-Moor, dans le Cumberland, des cylindres à broyer, dont les uns sont cannelés, et les autres à surface unie.

Outre cela, des bocards servent à pulvériser ceux des minerais dont la gangue est trop dure pour céder facilement à l'action des cylindres, et plus souvent encore ceux qu'il faut réduire en poudre plus ténue.

Divers systèmes de cribles, de tables, et de caisses à laver sont employés avec plus ou moins de succès ; mais en général, les auteurs pensent, que, si d'un côté il convient d'imiter quelques-uns des procédés anglais, tels que le broyage des minerais par le moyen des cylindres, et le lavage de la galène, mêlée de blende, par le moyen d'un appareil qu'ils décrivent sous le nom de *cuve à rincer*, en anglais *dolly-tub*, d'un autre côté, les grilles à gradins, les tables à secousse, et les bassins de dépôt, qui sont usités en Allemagne et en France, pourraient être introduits avec avantage dans les ateliers de l'Angleterre.

Pour la fusion des minerais de plomb, on ne se sert, dans le Derbyshire, que de grands fourneaux à réverbère ; ces appareils sont aussi employés dans quelques usines du Cumberland ; mais là, on fait aussi usage, pour cet objet, de divers fourneaux à manche, et notamment de celui qui est connu sous le nom de fourneau écossais.

Dans ce dernier cas, on commence par griller le minerai dans un fourneau à réverbère. Les minerais de plomb que l'on traite en Angleterre par ces procédés sont en général plutôt à l'état de grenaille, qu'à l'état de schlich, ou poudre fine. Quelquefois ils donnent jusqu'à 75 pour 100; mais il paraît qu'ordinairement le produit de ces minerais n'est pas ramené à un taux uniforme et constant par les mélanges, comme cela se pratique avec avantage dans plusieurs grandes usines de l'Allemagne; car, suivant les auteurs, le produit des minerais de plomb ordinaires varie, en Angleterre, de 65 à 23 pour 100. Cependant, ils rapportent que, dans le Derbyshire, le produit moyen de tous les minerais fondus, pendant plusieurs années, dans les fourneaux à réverbère de *Stannage*, lieu de ce comté, a été de 66 pour 100.

Le plomb du Derbyshire ne contient pas assez d'argent pour mériter d'être soumis à la coupellation; mais dans plusieurs usines du Cumberland, cette opération s'exécute par le moyen du fourneau à réverbère, et toujours sur des plombs obtenus par le procédé du petit fourneau à manche, dit fourneau écossais.

La réduction de la litharge, ou plomb oxidé, qui provient de la coupellation, s'opère dans un fourneau à réverbère, au moyen d'un mélange de menue houille.

On estime qu'en 1826, la quantité de plomb obtenue des mines de la Grande-Bretagne s'est élevée à 319.000 qx. mét., savoir:

Dans le pays de Galles (Flintshire et Denbighshire)	qx. m. 75.000
— Cornouailles et Devonshire	8.000
— Shropshire	8.000
— Derbyshire	10 000
— Cumberland, Durham, Yorckshire	190.000
— Écosse	28.000
Total	qx. m. 319.000

Les auteurs pensent qu'il pourrait être utile d'essayer, en France, le procédé du Derbyshire, dans certaines localités, où, comme à Confolens, département de la Charente, on possède un minerai qu'il est difficile de réduire en un schlich pur, sans perdre beaucoup de galène.

Zinc.

Les minerais de zinc se trouvent en Angleterre, soit en filons situés dans le calcaire de transition le plus moderne qui précède immédiatement le terrain houiller, comme dans le Cumberland, le Derbyshire et le pays de Galles, soit en masses formées par la réunion de petits filons dans le calcaire magnésien des Anglais, qui correspond au calcaire alpin des géologues français, comme dans les collines de Mendips-Hill, non loin du canal de Bristol. Ces gisemens sont analogues à ceux dans lesquels on exploite ailleurs les minerais de zinc, soit en France, soit en Belgique, soit en Silésie. La plupart des usines anglaises où l'on prépare le zinc sont situées dans les environs de Birmingham et de Bristol, ainsi qu'auprès de Sheffield.

A cet égard, les auteurs présentent, dans leur ouvrage, un mémoire qu'ils annoncent avoir été fait par M. Mosselman.

La calamine, ou zinc oxidé, après avoir été séparée, par le triage, de la galène qui l'accom-

pagne ordinairement, est calcinée dans des fourneaux à réverbère; ensuite, elle est placée, avec un mélange de menue houille, dans de grands pots, ou creusets d'argile, qui subissent l'action du feu dans de vastes fours circulaires; ces pots sont percés, à leur partie inférieure, d'un trou par lequel le zinc, sous forme de gouttes, ou de poudre très-fine, coule dans un condenseur. Le métal est ensuite fondu dans une chaudière de fer, puis écumé, et enfin coulé dans des lingotières. On fabrique aussi, par un procédé analogue, le laiton avec la blende (zinc sulfuré).

A l'égard des mines de houille de l'Angleterre, les auteurs prennent pour guide un ouvrage anglais, dont ils annoncent une traduction faite par M. Dufrénoy, l'un d'eux; dans ces mines, ils distinguent trois groupes principaux: Houille.

Le premier, situé au nord de l'Angleterre, où se trouvent les célèbres exploitations de Newcastle, comprend sept bassins distincts;

Le second, situé au centre, comprend trois bassins, et notamment les mines de Dudley, non loin de Birmingham;

Le troisième groupe, situé dans les environs de Coal-Brook-Dale et de Merthir-Tidvil, comprend trois séries de bassins houillers qui sont disposés autour des terrains de transition du pays de Galles.

Il est remarquable que, parmi ces riches bassins houillers qui procurent, comme l'on sait, d'énormes quantités de combustible, quelques-uns seulement contiennent assez de fer carbonaté lithoïde, pour que ce minerai mérite d'y être exploité. C'est un avertissement utile pour les personnes qui trop souvent, en France, semblent portées à croire

qu'il suffit de posséder de riches mines de houille pour pouvoir y établir de grandes usines à fer. A cet égard, les auteurs de l'ouvrage qui nous occupe présentent un grand nombre de détails qui seront consultés avec fruit par tous ceux qui se livrent, en France, à l'exploitation de la houille.

Fer. Les auteurs exposent aussi tous les procédés qui concernent la fabrication de la fonte de fer par le moyen de la houille carbonisée, dite coke, l'affinage du fer par le moyen de la houille brute, et l'étirage du fer au laminoir; ils joignent à ces détails, concernant les usines anglaises, la description d'un procédé de carbonisation qui est employé en France, près de Saint-Étienne (Loire), d'après un mémoire de M. Delaplanche, Élève-ingénieur des mines.

Les bornes d'un extrait nous interdisent de suivre les auteurs dans tous les détails qu'ils présentent sur le traitement du fer par les procédés qui sont connus sous le nom de méthode anglaise. On sait d'ailleurs que ces procédés furent décrits pour la première fois, en France, dans un ouvrage publié, en 1804, par M. de Bonnard, Inspecteur des mines, et que, depuis l'année 1814, les forges françaises en ont fait de nombreuses applications.

MM. les Ingénieurs estiment qu'en 1826, les hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne, qui sont au nombre de 305, situés dans le pays de Galles, dans le Staffordshire, le Shropshire, le Derbyshire, le Yorckshire et ailleurs, ainsi qu'en Écosse, ont produit 600.000 tonnes de fonte, c'est-à-dire 6.090.000 quint. mét. D'autres personnes, en partant de cette donnée, que, sur les 305 hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne, 280 furent en activité pendant l'année 1824, et que chacun

d'eux, d'après un terme moyen, produisit par semaine 50 tonnes de fonte, équivalant à 50.792 qx. mét., ont calculé que l'ensemble des hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne fournissait annuellement 7.395.315 qx. mét. de fonte.

(Voyez et comparez *Revue Britannique, Janvier* 1827, n°. 7, *et Mémoire sur l'état actuel des usines à fer de la France, Annales des Mines, tome XIII*, p. 337).

Les trois quarts au moins de la quantité totale de fonte, que produit annuellement la Grande-Bretagne, proviennent de la partic méridionale du pays de Galles, où il existe 87 hauts-fourneaux, et de la partie méridionale du Staffordshire, où il en existe 78, aux environs de la ville de Dudley. Dans ces deux contrées où la houille abonde avec le fer carbonaté lithoïde, nommé minerai des houillères, c'est uniquement ce dernier que l'on emploie pour obtenir la fonte de fer; mais, dans tout le reste de la Grande-Bretagne, ce minerai n'est pas à beaucoup près aussi abondant; par exemple, le bassin houiller des célèbres mines de Newcastle, dont on évalue le produit annuel à 37.500.000 qx. mét. de houille, ne fournit pas assez de fer carbonaté lithoïde pour alimenter complétement une seule usine à fer; celle qui existe dans cette contrée emploie, en outre, un minerai de fer hématite rouge, que l'on extrait d'un terrain de transition.

Les auteurs terminent leur intéressant ouvrage par une comparaison qu'ils établissent entre le travail de la fonte et du fer au charbon de bois, et le travail de ces matières à la houille. Ils pensent, ainsi que l'ont déjà indiqué d'autres personnes, qu'en France il convient d'intro-

duire de préférence l'emploi de la houille et des procédés anglais dans l'affinage du fer, en réservant par ce moyen le charbon de bois pour produire de la fonte. C'est effectivement ce qui a eu lieu, ainsi qu'on a pu le voir par d'autres écrits publiés sur le même objet, qui est fort important pour l'industrie française.

MM. les Ingénieurs rappellent, d'après une opinion émise depuis long-temps par le Conseil général des mines de France, que, malgré les grandes avances de capitaux, que nécessitent l'érection et le roulement d'une forge à l'anglaise, l'établissement d'usines de ce genre apporte, dans certains cas, une économie de près d'un tiers dans la transformation de la fonte en fer; ils en concluent que, si à nos anciens feux de forge on continue de substituer des fours à réverbère chauffés par le moyen de la houille, la plus grande partie de l'énorme quantité de charbon de bois, que l'on consomme aujourd'hui dans les forges de la France, deviendra disponible pour les travaux qui procurent la fonte; il en résultera un accroissement considérable dans la production de cette matière, et cela pourra contribuer à opérer, dans le prix des fers français, une diminution qui est fort désirable.

Dans ce moment où l'on agite de graves questions qui intéressent l'industrie française, il sera sans doute très-utile de consulter les faits exposés dans l'ouvrage de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont. Ces faits m'ont paru mériter l'attention de l'Académie des sciences, parce que l'Académie connaît bien l'heureuse influence que les procédés de l'exploitation des mines et usines peuvent avoir sur les progrès des autres branches de l'industrie française.

MÉMOIRE

Sur l'Extraction du zinc contenu dans la blende de Davos (canton des Grisons);

Par M. H. DE VILLENEUVE, Élève-Ingénieur des Mines.

Le terrain des environs de Davos est formé par un calcaire noir analogue à celui que l'on rencontre si souvent dans les Alpes; il renferme très-peu de fossiles, et se lie à la roche arénacée que M. Brochant a fait connaître sous le nom de grauwacke schisteuse. Tous ces caractères me le font rapporter à la formation des calcaires de la Tarentaise ; il est bon d'observer néanmoins que le calcaire de Davos a donné à l'analyse une forte proportion de magnésie, terre qui n'a pas été encore signalée dans les calcaires de la vallée de l'Isère.

Au milieu du calcaire de Davos se trouvent très-souvent des couches imprégnées de minérais de plomb, de cuivre et de zinc. Parmi ces gîtes, celui de *hoffnungsbau* est l'objet de l'exploitation la plus suivie. Le minérai extrait est un mélange de carbonate de chaux, de galène et de blende. Pendant long-temps, on n'avait tiré parti que de la galène; M. Hitz, propriétaire de la mine, songea à utiliser la blende; il fit des essais qui furent sans succès. Il alla étudier les usines à zinc de la Silésie : alors, éclairé par les observations qu'il avait recueillies et par ses nombreuses tentatives, il établit le mode de traitement que je vais décrire. Mon travail sera divisée en quatre paragraphes, savoir :

§ 1. Préparation mécanique de la blende.

§ 2. Grillage que subit la blende lavée.

§ 3. Réduction de la blende grillée.

§ 4. Comparaison entre le procédé de M. Hitz et la méthode adoptée en Silésie.

Préparation mécanique de la blende.

§ 1. Le minérai tiré de la mine de *Hoffnungsbau* est d'abord bocardé ; on le lave ensuite sur des tables à secousse ; celles-ci sont au nombre de trois. La même matière subit deux lavages successifs. Dans le premier, on s'occupe seulement d'isoler la blende et la galène de leur gangue ; dans le second, on sépare le minérai de plomb du minérai de zinc; la blende obtenue fait le $\frac{1}{5}$ de la galène.

Deux hommes et deux femmes bocardent et lavent 90 à 100 quintaux de minérai en vingt-quatre heures.

L'analyse de la blende lavée, faite par M. Chevalier, Élève-ingénieur des mines, a donné les résultats suivans :

Carbonate de plomb. . .	0,0036
Carbonate de zinc.	0,0120
Carbonate de chaux. . . .	0,1562
Persulfure de fer.	0,0430
Sulfure de plomb.	0,0476
Sulfure de zinc.	0,6734
Résidu argileux.	0,0580
Perte.	0,0062
	1,0000

On remarquera que cette matière renferme une proportion considérable de carbonate de chaux, qu'un lavage plus soigné aurait pu diminuer; mais une séparation plus complète serait loin de devenir avantageuse. L'expérience a prouvé que lorsqu'on laissait moins de carbonate de chaux mêlé à de la blende, en dernier résultat on obtenait moins de zinc. On en verra la raison plus tard.

Le traitement de la galène dans le fourneau grison donne des résidus très-riches en blende. On lave ces matières jusqu'à ce qu'elles aient été amenées à renfermer 50 pour 100 de blende; on les traite ensuite comme blende de schlich.

Les frais de lavage du schlich ne sont jamais reportés sur le sulfure de zinc, mais bien sur la galène, qui devrait supporter cette opération lors même que la blende serait sans utilité.

§ 2. Les grillages doivent transformer la blende en oxide de zinc, qui, réduit par le charbon, fournit le zinc métallique.

Grillage de la blende lavée.

Lampadius avait conseillé de griller à une douce chaleur; les faibles produits, que l'on obtint en suivant cette méthode, me paraissent dus à ce que la blende était convertie non en oxide, mais en sulfate de zinc : celui-ci, traité par le charbon, devait reproduire le sulfure de zinc au lieu du métal que l'on voulait isoler. Depuis cet essai, on a rendu le grillage rapide ; néanmoins une seule opération ne donnait encore qu'une oxidation incomplète; on a été conduit à faire deux grillages.

Le premier grillage s'opère à Davos; on y traite à-la-fois 11 mètres cubes de blende lavée. La matière est en particules trop ténues pour que l'air puisse la traverser facilement; on obvie à cet inconvénient en mettant la blende sous forme de briques; on incorpore avec elle un quart de son volume en chaux éteinte, qui donne à la pâte le liant dont elle a besoin.

Les dimensions des briques sont les suivantes: longueur, $0^{m},27$; largeur, $0^{m},13$; épaisseur, $0^{m},4$. A chaque opération, on en grille 10,000; elles sont introduites, à cet effet, dans un fourneau en maçonnerie. (Pl. II, *fig.* X,Y.)

γ, γ, chauffes en forme de voûtes, dans lesquelles on jette le bois à brûler.

s, s, soupiraux par lesquels s'introduit l'air qui doit alimenter la combustion.

c, c, c, c, ouvertures par lesquelles la flamme oxidante s'introduit dans l'espace qui renferme les briques de blende.

p, p, portes de chargement et de déchargement ; elles restent fermées par une maçonnerie de remplissage pendant la durée du grillage.

K, cheminée par laquelle s'exhale la fumée.

La ligne pointillée, tracée sur l'épaisseur du mur, indique la séparation de la maçonnerie et des briques ordinaires, lesquelles forment le revêtement intérieur du fourneau.

Les briques de blende sont rangées sur le plafond supérieur aux deux chauffes, de la même manière que l'on dispose une meule de briques de terre que l'on veut cuire. Le fourneau est rempli jusqu'à une hauteur de 8 pieds.

Le chargement achevé, on introduit le bois dans les deux chauffes. On en brûle pendant six ou douze heures (c'est le temps nécessaire pour que les briques de blende soient en pleine ignition) : alors, la combustion se continue d'elle-même aux dépens du soufre, qui fait partie intégrante de la blende. Au bout de trente-six heures, la déflagration cesse ; on laisse refroidir le fourneau, on démolit les portes. Les briques que l'on retire sont ensuite brisées en morceaux de la grosseur du poing. La couleur de la matière est devenue jaune, tirant quelquefois sur le rouge : on découvre, dans quelques fragmens, des cristaux aciculaires de carbonate de zinc. Quelques briques paraissent avoir éprouvé un commencement de fusion.

La consommation en bois, dans un grillage, est de 4 à 5 toises du pays, qui correspondent à un volume de 21$^{m.cub.}$,5. Or, le volume de la blende que l'on a grillée, augmenté de celui de la chaux incorporée avec elle, est de 14 mètres cubes. Il faut donc 1$^{m.cub.}$,5. de bois pour griller 1 mètre cube de matière.

Dépenses qu'exige un grillage de 14 mètres cubes.

Main-d'œuvre de 10,000 briques de blende.	87 f. 50 c.
Bois employé, 21$^{m.cub.}$,5.	15
Total.	102 f. 50 c.

A cette somme, il faudrait joindre le salaire des ouvriers employés pendant la durée du grillage, et l'intérêt de l'argent que demandent la construction et les réparations du fourneau.

D'après des renseignemens officiels, 5,000 livres de matière exigent, pour être grillées, 12 francs.

Deuxième grillage. La blende de premier grillage est transportée de Davos à l'usine de Kloster; le trajet est de 30 kilomètres. L'emplacement de Kloster a été préféré, à cause des belles forêts qui l'avoisinent.

Les fourneaux de deuxième grillage sont à réverbère; ils sont accolés au fourneau de réduction du zinc et chauffés par la flamme qui a parcouru celui-ci. (Voyez la Pl. II, *fig.* 1, 2, 3, 4.) γ, γ, γ, γ représentent les quatre fours de grillage. La flamme s'introduit par les ouvertures σ, σ, etc.; elle se dégage ensuite par les portes des fours de grillage; deux seulement des quatre fours de grillage doivent marcher en même

temps, les deux autres sont destinés à suppléer à celui des deux premiers qui serait dérangé. L'entrée de la flamme dans les fours de grillage qui ne marchent pas est interdite par des plaques placées devant les ouvertures σ, σ.....

Fig. 2. λ, λ désignent l'ouverture placée sur le derrière de chaque fourneau de grillage, laquelle permet de remuer les matières placées de ce côté.

χ, χ, contreforts en maçonnerie, qui consolident les fourneaux de grillage.

Toute la partie de ces fourneaux exposée à la flamme est construite en briques ordinaires.

On met sur la sole du fourneau de grillage 750 liv. de matières du premier grillage. Pour que les ouvriers soient moins incommodés par la flamme pendant le chargement, il arrive quelquefois que l'on ferme l'ouverture σ à l'aide du registre. Le chargement achevé, on lève le registre; on met devant l'ouverture extérieure du four de grillage une porte en tôle, qui, ne fermant pas exactement, permet aux fumées de s'échapper.

On remue de temps en temps la matière à griller; on y mêle, à diverses reprises, du menu charbon. A la fin de l'opération, on en a introduit environ 5 pour 100. Au bout de vingt-quatre heures, le grillage est achevé; l'ouvrier, armé d'un râble à large tête, fait tomber la matière grillée dans une caisse placée au-dessous de la bouche du fourneau. Les deux fours de grillage, qui sont en marche, doivent être placés aux extrémités opposées du grand fourneau de réduction. Leurs allures sont dirigées de telle manière que lorsque les matières sont parvenues dans l'un à la moitié de leur grillage, dans l'au-

tre l'opération est encore à son commencement (1).

Les matières perdent environ 20 pour 100 de leur poids par l'effet du grillage, de sorte que 750 liv. se réduisent à 600. La poudre grillée est d'un jaune un peu brunâtre. Voici les analyses des matières après le premier et après le deuxième grillage; elles ont été faites par MM. Bineau et Coste, Elèves-ingénieurs des mines.

	Matière de 1er. grillage.	Matière de 2e. grillage.
Oxide de zinc	0,2414	0,380
Sulfate de zinc	0,2802	0,024
Sulfure de zinc	0,0180	0,010
Carbonate de chaux	»	0,072
Sulfate de chaux	0,1628	0,101
Chaux libre	»	0,301
Oxide de fer	0,0052	0,040
Argile	0,0820	0,066
Eau et parties volatiles	0,2026	0,006
Perte	0,0078	
	1,0000	1,0000

Ces deux analyses présentent une différence remarquable : la proportion de chaux libre, très-forte d'un côté, est nulle de l'autre ; ce qui indique un choix plus convenable dans les échantillons ; néanmoins tous deux ont été pris au milieu d'un tas de matière. Quoi qu'il en soit, on peut encore se faire une idée des diverses réactions chimiques qui s'opèrent pendant les grillages,

(1) Les fours de deuxième grillage que j'ai décrits sont ceux qui existent à Ballolina. Les fours de Kloster sont au nombre de deux seulement : chacun d'eux est placé à l'une des extrémités du grand fourneau de réduction. Leur sole est un peu plus élevée que la sole de ce dernier. A d'autres égards, les constructions de Ballolina forment la copie de celles de Kloster.

en comparant ces deux compositions chimiques.

Dans le premier grillage, une grande partie du soufre qui constitue la blende se dégage à l'état d'acide sulfureux; le soufre restant passe à l'état d'acide sulfurique et se porte sur la chaux et l'oxide de zinc.

Dans le deuxième grillage, la chaux continue à décomposer le sulfate de zinc et à s'emparer de l'acide sulfurique : en outre, le charbon que l'on mêle transforme quelques autres parties de sulfate de zinc en sulfite; la chaleur dégage ensuite l'acide sulfureux de ce dernier sel.

Cet aperçu fait apprécier le rôle utile que jouent et le carbonate de chaux laissé dans la blende et la chaux incorporée dans les briques à griller.

§ 3. Le sulfure de zinc, transformé en oxide, doit être réduit par le charbon. Le fourneau, dans lequel se fait cette opération, est représenté Pl. II, *fig.* 1, 2, 3, 4. Voici l'explication du dessin :

αα, chauffe du fourneau; elle s'élargit vers le milieu. Le but de cette disposition est de réfléchir la flamme du bois qui brûle aux deux extrémités vers la partie centrale du fourneau. Le calorique est ainsi réparti d'une manière plus uniforme; le combustible est soutenu par un plafond en briques, qui s'abaisse vers le milieu : d'où il résulte que le bois, jeté par les ouvertures *δδ*, pousse vers le centre les bûches à demi brûlées.

ββ, ouvertures dans le plafond de la chauffe; elles permettent à l'air entré par les portes *εε* de pénétrer à travers le combustible.

La sole du fourneau est recouverte de deux voûtes en arc de cloître, qui se joignent au mi-

lieu de la longueur totale sur un mur d'appui; η est une ouverture percée dans ce mur; elle permet la jonction des flammes parties des deux extrémités de la chauffe.

Deux murs latéraux forment la sole; chacun d'eux offre douze ouvertures arquées, que je nomme *arcades*; elles correspondent aux deux rangées de douze pots, dans lesquels la réduction s'opère.

Fig. 2. π représente la section horizontale d'un pot supposé dans la position qu'il occupe réellement.

Fig. 3. γ est une arcade dans laquelle on a représenté l'ajutage qui conduit le zinc distillé d'un pot dans la cuve φ à travers l'ouverture ρ.

Fig. 3. μ, μ sont des arcades fermées antérieurement par des portes en tôle. Un crochet retient chaque porte; l'ouvrier peut toujours voir l'ajutage, que j'appelle *conducteur de zinc*, par un trou percé à travers la porte.

Fig. 3. ψ, ψ, soupiraux qui livrent passage aux vapeurs aqueuses dégagées par le massif du fourneau.

Tout le grand fourneau est construit en briques réfractaires jusqu'aux lignes $\omega\omega$, $\omega\omega$; la partie extérieure est en briques ordinaires.

Les pots dans lesquels s'opèrent la réduction et la distillation du zinc sont faits en argile très-réfractaire : c'est un mélange d'argile de Zurich, très-alumineuse, et d'argile de Scheppeburg, riche en silice; on y mêle de la poussière de vieux pots; on en fait une pâte, avec laquelle on bâtit le pot dans un moule de bois.

La forme d'un pot est celle d'un demi-cylindre, dont l'axe est horizontal; il est terminé inférieurement par une surface plane. Il est bouché

à l'extrémité postérieure, celle qui doit avoisiner la chauffe. Il présente, à la partie antérieure, une porte en argile réfractaire, qui est dessinée *fig.* 5 ; elle est assujettie par de petits morceaux de brique insérés dans l'intervalle qui existe entre la paroi antérieure du pot et la porte ; on mastique le même intervalle avec de l'argile réfractaire.

La porte offre elle-même deux ouvertures β' et α' : chacune d'elles est ordinairement fermée par une plaque mastiquée avec de l'argile; mais la plaque de α' présente encore une échancrure destinée à recevoir le conducteur de zinc.

Le conducteur de zinc, *fig.* 6, se compose de deux tuyaux faits en argile, l'un horizontal δ', l'autre vertical η'. Celui-ci entre dans le premier, et vient se terminer à l'orifice du trou ρ, *fig.* 3. Voici comment on les assemble : un mandrin de bois, inséré en partie dans l'ouverture ρ, vient déterminer la direction que doit garder le tuyau vertical η'; on lute le bas de celui-ci; le mandrin intérieur empêche le lut d'engorger le trou ρ. On enlève le mandrin, et on place le tuyau horizontal; on lute la partie où les deux tuyaux se joignent.

Le tuyau horizontal offre encore une ouverture ε' : c'est par là que l'on introduit la charge; elle se compose de 25 liv. de blende grillée, mêlée de $\frac{1}{2}$ du volume de fragmens de charbon, ayant la grosseur d'une noisette. Le mélange est placé dans une pelle de fer faite en demi-cylindre creux (*fig.* 7 et 8); elle peut passer par l'ouverture ε'; en la retournant, on fait tomber la matière au fond du pot. Le chargement dure deux minutes; on ferme ensuite l'issue ε' à l'aide d'une porte lutée, pressée par le bas par une petite pièce de fer placée en arc-boutant; enfin, on ferme la

porte de tôle qui recouvre tout le conducteur.

Bientôt les matières chauffées donnent des vapeurs de zinc, mêlées d'oxide de carbone. On introduit dans le récipient une bûche enflammée, qui allume les gaz combustibles ; ils brûlent avec une lumière bleuâtre, dont l'éclat annonce l'oxidation de quelques parties de zinc ; cette flamme, en échauffant perpétuellement le conducteur, doit empêcher le métal de se coaguler dans l'intérieur et d'obstruer le passage : c'est encore pour chauffer le conducteur qu'on laisse jaillir quelques jets de flamme entre le pot et les parois de l'arcade correspondante. Malgré ces précautions, on est obligé, au commencement d'une opération, de passer dans le conducteur vertical un pic recourbé, qui fait tomber les parties métalliques solidifiées. Le même soin se répète de temps en temps durant la distillation.

Les gouttelettes de zinc se figent dans le récipient et forment des morceaux irréguliers mêlés d'un peu d'oxide de zinc. Une distillation est achevée en douze heures lorsque le fourneau est bien échauffé : alors on enlève le zinc obtenu ; on réunit les poussières d'oxide qui se sont déposées dans les divers récipiens. Un enfant trie les parcelles de métal qui s'y trouvent dispersées : l'oxide pur est en petite quantité ; on l'ajoute aux charges subséquentes.

On a soin de faire marcher les deux rangées de 12 pots, de façon que, lorsque la distillation va finir dans une rangée, l'opération soit à son milieu dans l'autre rangée : il suit de là qu'on doit charger douze pots toutes les six heures.

On réduit en vingt-quatre heures 12 quintaux

de blende grillée; c'est précisément la quantité que peuvent fournir les fours de grillage.

Les résidus des distillations s'accumulent dans les pots; on les enlève seulement au bout de huit jours, lorsqu'un même pot a reçu seize charges ou 4 quintaux de blende grillée. L'extraction des résidus se fait de la manière suivante : après avoir enlevé le conducteur de zinc, on brise la porte inférieure β'; on introduit par là un ringard, qui fait sortir les matières contenues dans le pot; elles sont emportées et jetées comme inutiles. On referme l'ouverture β' avec une plaque d'argile; on introduit des morceaux de brique entre la plaque et les parois de l'ouverture; ces fragmens doivent serrer la plaque avec quelque force; on lute avec soin le pourtour; enfin, une petite pièce de fer est placée en arc-boutant contre la plaque, qui, ayant à supporter une pression notable pendant que le pot se remplit, doit être bien retenue.

La durée ordinaire d'un pot est d'un mois, quelquefois même d'un an. Il finit toujours par se fêler; c'est alors qu'on le remplace : pour que le nouveau pot ne dérange pas la marche du fourneau, il ne doit être introduit qu'après avoir été bien cuit, et il doit être encore rouge lorsqu'il entre.

On le fait cuire dans un four particulier, *fig.* 11 et 12. ψ' est l'ouverture par laquelle on introduit le bois. La flamme produite traverse un canal, qui devient de plus en plus large vers l'issue χ'. Les fumées traversent la sole et s'échappent par la porte ϕ'; le pot, après avoir été soumis sur cette sole à une chaleur graduée pendant vingt-quatre heures, est placé sur un

assemblage de planches et porté au fourneau de réduction ; on le charge ensuite comme les autres pots.

Le zinc résultant du traitement que j'ai exposé est en morceaux irréguliers, quelquefois on lui donne une plus belle apparence en lui faisant subir une nouvelle fusion. On le met, à cet effet, dans des pots coniques en terre, qui traversent la voûte d'un petit fourneau à réverbère, fort analogue aux fours de fusion de Silésie (*An. des Mines*, 1826, mémoire de M. Manès). On m'a assuré, à Kloster, que cette seconde fusion rendait le zinc plus difficile à laminer; le plus souvent, on le livre tel qu'il résulte de la distillation.

Pour achever tout ce qui est relatif aux opérations de l'usine, il me reste à parler des fourneaux figurés, Pl. II, *fig.* 9 et 10, destinés à sécher le bois de sapin que l'on consomme.

Ces fourneaux, au nombre de huit dans l'usine, sont entièrement construits en maçonnerie. Une même chauffe π' sert pour deux fours accolés. La fumée du foyer se répand par les canaux ρ', ρ'; elle s'échappe par $\lambda\,\lambda'$. Les ouvertures μ', μ' reçoivent également la chaleur par des canaux de communication avec la chauffe.

La sole ϖ' est entourée de trois murs surmontés d'une voûte : c'est par le devant que l'on introduit ou que l'on retire le bois.

La quantité de zinc que l'on obtient à l'aide de toutes les opérations décrites est de 130 à 140 livres pour une distillation de douze pots qui renfermaient 300 livres de blende grillée; en d'autres termes, on obtient en métal 43 à 46 pour 100.

Les résidus renferment encore 0,054 de zinc. L'analyse suivante, faite par M. Vène, Élève-ingénieur des mines, démontre cette assertion.

Oxide de zinc..........	0,07
Oxide de fer..........	0,29
Sulfure de fer..........	0,05
Sulfure de plomb.......	0,05
Chaux................	0,31
Acide sulfurique........	0,04
Charbon..............	0,02
Argile...............	0,14
	0,97

En prenant pour base celle des deux analyses de blende grillée, qui suppose la plus forte proportion de zinc, on voit que, dans l'opération, on ne perd pas le vingtième de la quantité totale de métal.

Au témoignage de M. Hitz, l'emploi de la chaux dans les briques de blende a augmenté le produit en zinc à-peu-près d'un tiers (1).

Les ouvriers employés dans l'usine sont au nombre de six ; ils suffisent à tous les travaux, à la surveillance du four à zinc et des fours de grillage annexés. Trois d'entre eux, plus habiles que les autres, reçoivent par jour 10 batzens = 1 fr. 50 c.; les trois autres sont au prix de $\frac{1}{2}$ florin de Suisse = 0f,87.

On brûle au fourneau de réduction 6 toises de bois par vingt-quatre heures. Ce bois a été desséché ; le séchage de 10 toises coûte 6 francs.

Un pot dure trente jours ou soixante opérations ; il coûte, en argile et façon, 12 francs ; les frais de cuisson sont 1 fr. 75 c.

La construction de l'usine exige 20,000 fr.

---

(1) La chaux peut, à l'aide du contact de charbon, décomposer dans les pots le sulfure de zinc qui résulterait de la réduction du sulfate.

D'après les données précédentes, 5,000 livres de matières, réduites à 3,750 après le deuxième grillage, produisent 1,650 livres de zinc et donnent lieu aux dépenses suivantes :

	f.	c.
Premier grillage	12 f.	» c.
Deuxième grillage : charbon employé, 180 livres, valeur estimée. . .	2	
Pour réduire la matière grillée, il a fallu dépenser 18,78 toises de bois sec, valeur ci.	67	74
Main-d'œuvre.	21	»
Pots.	39	90
Il avait fallu transporter 5,000 livres de matière de premier grillage de Davos à Kloster, j'évalue ces frais à.	25	»
L'intérêt de l'usine, compté à 10 pour 100, à cause des réparations, s'élève, pour 3jours,15 (temps nécessaire au traitement), à.	42	»
Total.	209 f.	64 c.

Les 1,650 livres de zinc obtenu se vendent à Coire, où on les lamine, à raison de 36 francs le quintal; mais le transport de l'usine à Coire coûte 1 franc 50 centimes par quintal : donc le prix réel de vente est de 34 francs 50 centimes. La valeur de 1,650 livres est, d'après cela, de. . . . . 569 f. 25 c.

Le bénéfice, dû à 5,000 liv. de matière, s'élèverait à. 379 61

Quelques menus frais, que je ne puis évaluer, doivent en être défalqués. Le zinc laminé de Coire est consommé dans la Basse-Suisse. Ce métal y est employé à la couverture des édifices.

Une nouvelle usine à zinc sera bientôt établie par M. Hitz à Ballolina. On y traitera de la calamine extraite d'un gîte voisin.

§ 4. Le traitement de la blende de Davos n'est qu'une modification du procédé employé en Silésie pour extraire le zinc renfermé dans la calamine. Les grillages forment la partie essentiellement différente dans les deux méthodes : en Silésie, ils ont pour but de débarrasser seulement la calamine de quelques parties volatiles ; à Davos, ils doivent désulfurer la blende, opération bien plus difficile. Je vais comparer les traitemens dans leurs détails ; je ferai usage, pour la Silésie, des données fournies par le mémoire de M. Manès (*Annales des Mines*, 1826), et par le *Journal de voyage* de M. Perdonnet.

1°. Quantité de zinc extraite des minérais.

En *Silésie*, les minérais, riches de 50 pour 100 de zinc, ne rendent que 43. La perte qu'on éprouve en métal est donc le $\frac{1}{7}$ de la quantité totale.

A *Davos*, la perte ne va guère qu'à $\frac{1}{10}$.

2°. Rapidité de l'opération.

Silésie. On ne fait dans un pot qu'une distillation en vingt-quatre heures ; la charge est de 50 livres de matières.

Davos. On fait deux distillations, en vingt-quatre heures, dans le même pot ; la charge est de 25 livres de matières. On traite donc 50 livres de matières, dans un pot, durant les vingt-quatre heures.

3°. Dépense en combustible pour obtenir un quintal de zinc.

Silésie. On emploie 6,986 hectolitres de houille ou 714 kilog.

Davos. On consomme 163 pieds cubes de bois sec, ou 1,849 kilog.

La méthode silésienne paraîtrait préférable sous le rapport de l'économie de la chaleur, si l'on ne remarquait qu'à poids égal, la houille produit un effet calorifique double de celui dû au bois; en outre, une partie de la chaleur dégagée est employée, à Davos, à griller la blende.

4°. Dépense en main-d'œuvre.

Silésie. Trois ouvriers surveillent un fourneau qui renferme dix pots.

Davos. Six ouvriers suffisent pour soigner un fourneau qui a vingt-quatre pots, et en outre pour brasser le minérai des fourneaux de deuxième grillage.

5°. Frais de grillage pour la matière qui rend 100 livres de zinc.

Silésie. Le grillage de la calamine s'élève à 12 francs 25 centimes.

Davos. Le premier grillage ne cause que 0f,70c de dépense. Les frais de deuxième grillage sont reportés aux frais de réduction.

6°. Frais définitifs exigés par la production de 100 livres de zinc :

Silésie, 20 fr. 25 c.

Davos, 11 fr. 25 c.

En résumé, les avantages que présente le procédé de Davos me paraissent dus aux dispositions suivantes :

I. Les fours de deuxième grillage étant chauffés par la flamme qui s'exhale du four de réduction, on utilise mieux tout le calorique. En adoptant cette disposition, en Silésie, on supprimerait tout-à-fait le four séparé destiné au grillage. A Ballolina, où M. Hitz traitera la calamine, il espère que les fours annexés aux fours de réduction suffiront pour le grillage complet.

II. De ce que les chargemens sont plus petits,

plus répétés ; de ce que les résidus ne sont enlevés qu'après seize chargemens, il résulte que la réduction est plus complète. En effet, les résidus renferment encore de l'oxide de zinc, qui peut être réduit pendant les huit jours de chauffage ; en outre, le déchargement est une opération pénible, que le placement et le déplacement des pièces du conducteur rendent longue et délicate. Le déchargement expose l'intérieur des pots à un refroidissement et à l'introduction de l'air oxidant ; le ringard, qui retire les matières, peut amener quelque fracture : c'est donc une amélioration notable que d'avoir rendu les déchargemens plus rares.

M. Hitz avait essayé d'employer des pots en fonte; mais les sulfures qui restent dans les matières les attaquaient promptement : il y a renoncé.

Je pense qu'on pourrait améliorer la disposition du four de réduction, en employant des pots verticaux semblables à ceux dont on fait usage dans les cristalleries.

Il serait possible de donner aux fours de grillage annexés aux fours de réduction deux soles l'une au-dessus de l'autre. Cette construction exige que l'on fortifie par des barres de fonte les appuis de la sole suspendue ; cela est sur-tout praticable dans les pays où les usines à fer sont nombreuses.

Si l'on voulait appliquer la houille au four de réduction de Kloster, il faudrait surmonter les fourneaux annexés de cheminées, qui produiraient le tirage actif exigé par ce combustible.

NOTICE

Sur la fabrication du fer en Corse (1);

Par M. SAGEY, Ingénieur des mines de la Corse. (1828.)

EXTRAIT

La fabrication du fer dans l'île de Corse a lieu, depuis une époque bien reculée, par un procédé particulier, qui paraît fort ancien, et qui semble n'avoir éprouvé que fort peu de changemens depuis qu'il est pratiqué.

On n'a encore traité avec suite que le minérai de l'île d'Elbe; cependant, des essais heureux ont été faits sur ceux du pays. En 1588, un sieur Nontio, de Brundi, employa avec succès du fer oxidulé, venant des communes d'Olmita et de Farinole; il fit construire un haut-fourneau, dont on voit encore les ruines, et qui fut bientôt abandonné sans qu'on en connaisse les motifs. En 1788, ce fourneau fut rétabli par un habitant

(1) Tronçon-Ducoudray a donné, dans un ouvrage qui date de plus de cinquante ans, une description très-détaillée de la méthode employée en Corse pour fabriquer le fer immédiatement avec le minérai de l'île d'Elbe. M. Muthuon a publié, il y a vingt ans, un *Traité des forges catalanes*, dans lequel on trouve décrit le procédé tel qu'il était pratiqué en Corse à cette époque (pag. 160); il diffère du précédent et paraît en être un perfectionnement, puisque la consommation en charbon était beaucoup moindre.

Enfin, la nouvelle description de M. Sagey nous fait connaître que l'ancienne méthode est la seule maintenant pratiquée en Corse. (*A. G.*)

de Bastia, et cette entreprise commençait à prospérer quand les malheurs de la révolution le forcèrent à l'abandonner.

Depuis cette époque, aucune tentative de ce genre n'a été faite et les petits foyers corses sont les seuls employés dans l'île. En 1812, il y en avait huit en activité; M. Gueymard n'en trouva plus que six en 1820, et maintenant il ne reste que quatre forges où le procédé de fabrication est exactement le même.

Du procédé corse.

Minérai employé.

Le minérai de l'île d'Elbe est, comme on sait, un fer oligiste mêlé d'un peu de fer oxidulé, dont l'ensemble est fort riche, et qui produit, à l'essai, environ 65 pour 100 de métal. Il arrive en Corse en gros morceaux, qui sont transportés à dos de mulet et sans déchet notable jusqu'aux usines.

Ce minérai subit une première torréfaction, qui précède le cassage et le rend plus facile; cette torréfaction s'exécute, comme on le verra plus tard, sur le foyer que nous décrirons et qui sert à toutes les opérations; le cassage se fait à la main avec une masse en fer.

Combustible.

Le combustible dont on se sert est le charbon préparé avec le bois de châtaignier, dont le pays est couvert et dont le fruit forme la principale nourriture des habitans. Sa carbonisation se fait en plein air, elle n'offre rien de particulier. Une charge de charbon se compose de deux sacs contenant chacun 222 décimètres cubes, ou un poids de $44^k,40$; la charge pèse $88^k,80$, si l'on admet que le mètre cube de charbon de châtaignier pèse 200 kilog.

Une forge corse se compose d'un foyer, auquel l'air est fourni par des trompes, et d'un marteau mu par une petite roue hydraulique. Description d'une forge corse.

Le foyer proprement dit (Planche III) est formé dans une masse de brasque ou amas de menu charbon, supporté par une aire élevée au-dessus du sol; cet amas est appuyé contre un mur, lequel reçoit et supporte la tuyère; c'est le côté de la warme. Il y a un autre petit mur placé en avant et à angle droit du précédent, et qui forme la face du chio; il n'y a point de faces de contrevent ni de rustine.

Le fond, formé par une pierre plane, est toujours recouvert par une grande épaisseur de menu charbon; on verra sur la figure les dimensions du foyer en brasque, qui n'ont d'ailleurs rien de bien fixe; la tuyère est en cuivre, d'une forme conique très-prononcée; sa saillie est de $0^m,28$, et son inclinaison de 20 degrés. Elle n'a pas de déclinaison; son œil est circulaire, de $0^m,031$ de diamètre; elle est placée à $0^m,50$ au-dessus du fond ou sole en pierre: mais cela est peu important, parce que sa hauteur au-dessus du fond brasqué dépend de l'épaisseur de la couche de charbon qui recouvre la pierre. Le trou du chio, pratiqué dans une plaque de fer mobile, doit être à $0^m,50$ de la warme et à $0^m,56$ du plan vertical, passant par l'axe de la tuyère; enfin il se trouve à $0^m,15$ au-dessous de l'orifice de celui-ci.

La trompe n'a qu'un seul arbre de 7 mètres de hauteur et de $0^m,30$ de diamètre intérieur; l'air y entre comme dans les trompes des Alpes; la caisse est circulaire et construite en maçonnerie. On peut faire varier la quantité d'air proje-

tée dans le foyer, en lui donnant issue, à l'extérieur, par un robinet, que l'on tourne plus ou moins.

Du marteau. Le marteau est mis en mouvement par une roue à augets, qui reçoit, aux trois quarts de sa hauteur, de l'eau tombant de 7 mètres.

Ce marteau est du poids de 144 kilogrammes, en fer forgé, excepté la panne, qui est en acier, ainsi que celle de l'enclume. Le marteau frappe jusqu'à cent trente coups par minute.

L'enclume, en fer forgé, pèse 80 kilogrammes; elle est fixée dans une rainure pratiquée dans la face supérieure d'une masse de fonte du poids de 1000 kilogrammes.

Description de l'opération.

Le minérai torréfié et concassé est employé à la fabrication du fer, qui se partage en deux opérations distinctes : 1°. le *grillage*, qu'on devrait plutôt appeler la réduction, et 2°. l'*affinage*, qui consiste dans la réunion et le soudage de toutes les particules de fer réduit.

I. *Grillage*.

Aussitôt que le dernier *massello* (lopin) est formé et retiré du foyer, on éteint le feu en jetant de l'eau dessus; on enlève les gros morceaux de charbon, puis on redonne le vent pour hâter le refroidissement, et l'on remue la masse avec le ringard, en enlevant soigneusement les scories qui ont pu rester : lorsque la chaleur est devenue supportable, on dispose la brasque humide autour de la tuyère, en lui donnant la forme d'un bassin demi-elliptique; cette brasque, formée uniquement de menu charbon, n'a de consistance que parce qu'elle est mouillée; le

fond du bassin est à $0^m,11$ au-dessous de l'orifice de la tuyère; le grand axe de l'ellipse est dans la direction du chio à la rustine; à l'extérieur, la brasque est disposée en demi-cône, dont la base repose sur l'aire où se trouve le foyer. Le bassin étant terminé, on construit, dans son intérieur, une sorte de puits ou cavité verticale, dont les parois sont en charbon; on forme, avec des morceaux de charbon choisis à cet effet, deux murs verticaux de $0^m,10$ à $0^m,52$ de hauteur, et qui se prolongent depuis la warme jusqu'à une distance de $0^m,38$ à $0^m,40$; ils sont distans l'un de l'autre de $0^m,11$. Dans l'intervalle de ces deux murs, et vers l'extrémité, on met de nouveaux charbons parallèles aux premiers, et dont les têtes arrivent jusqu'à $0^m,12$ de l'orifice de la tuyère; celle-ci se trouve ainsi enfermée dans un espace rectangulaire.

On élève ensuite ces murs, mais en plaçant les morceaux de charbon, suivant la normale, au vide intérieur, qui prend la forme d'une demi-ellipse en arrondissant les angles.

Entre la paroi relevée du bassin primitif et la face extérieure du puits, il reste un intervalle destiné à recevoir le minérai : on le répartit dans trois cases formées par deux cloisons verticales, faites avec des charbons placés horizontalement les uns au-dessus des autres; ces cloisons sont élevées en même temps que les parois du puits.

Cela fait, on verse avec précaution, dans chacune des cases latérales, deux bâches de minérai concassé, mêlé de sa poussière, et dans celle du milieu, qui est plus grande, on en met trois; on

termine par recouvrir le minérai d'une petite couche de brasque fine, que l'on tasse avec soin. Ce premier étage est élevé, comme le bord du bassin, de 0m,39 au-dessus du fond ; il doit être surmonté d'un autre, contenant la même quantité de minérai.

Dans cette seconde construction, la paroi intérieure est encore formée par l'extérieur du puits, mais on ne met plus de brasque à l'extérieur; et pour soutenir ce minérai torréfié et concassé, on forme derrière lui une muraille de gros blocs de fer oligiste, sur lesquels on en place d'autres d'un moindre volume jusqu'au niveau du bord du bassin : sur ces fondations et sur le mur de chio, on élève une muraille sèche avec les morceaux qui doivent être cassés et servir à la prochaine opération ; ces morceaux subissent là leur premier grillage ou la torréfaction dont nous avons parlé, et qui les rend plus fragiles; on forme ainsi un vide ou canal demi-elliptique autour du puits, et c'est dans son intérieur que l'on verse sept bâches de minérai grillé, que l'on recouvre également d'une couche de brasque : alors l'opération est entièrement préparée; le niveau supérieur de l'amas est de 0m,74 du fond du foyer.

Le puits n'est pas exactement cylindrique; il s'évase à mesure qu'il s'élève, afin de résister mieux à la pression du minérai appuyé contre ses parois; il est d'ailleurs construit avec soin, par assises horizontales, avec des charbons bien ronds, de 0m,045 à 0m,050 de diamètre et 0m,16 de longueur.

Une bâche de minérai pèse 115 livres de

Gênes ($1^{liv.} = 326^{gram},48$): de sorte que la charge totale du minérai concassé est de 1,610 livres de Gênes ou de 526 kilogrammes.

L'opération est très-facile à conduire. On la commence en allumant, au moyen de quelques charbons embrasés, que l'on jette au fond du puits et que l'on recouvre de charbons noirs; on donne une partie du vent, et il se dégage bientôt de la vapeur d'eau, puis des gaz inflammables, que l'on allume à la flamme d'une lampe: alors on voit sortir de tous côtés une flamme blanche mêlée de rouge, mais qui est tout-à-fait bleue à sa base; le charbon se consume rapidement et l'ouvrier de service le fait descendre, à l'aide d'un bâton pointu ou d'une bécasse en fer. Conduite de l'opération.

La flamme extérieure diminue progressivement et finit par disparaître après environ 40 minutes; les ouvriers disent qu'alors le minérai est à moitié cuit. On donne tout le vent, et la combustion devient plus active dans le puits, que l'on entretient constamment rempli de charbon. La flamme, qui avait cessé pendant 50 ou 60 minutes, reparaît et continue de se montrer jusqu'à la fin de l'opération.

Lorsque le grillage est à-peu-près terminé, on retire d'un bassin latéral très-rapproché de l'aire plusieurs pains de scories douces; on les écrase avec une masse, et l'on en forme une couche épaisse de $0^m,02$, qui s'étend le long du bord de l'aire.

Sept ou huit minutes après la dernière charge en charbon, les ouvriers réunis retirent les gros blocs qui forment la base de la construction; le mur extérieur s'affaisse doucement, et l'on pousse ses débris à la place où ils doivent être cassés.

Pendant ce temps, on jette beaucoup d'eau sur le foyer pour refroidir l'extérieur, tandis que le vent de la trompe produit le même effet à l'intérieur; on retire, avec une pelle courbe, la brasque qui formait le bassin et qui est mêlée de morceaux de minérai non agglomérés; on l'étend sur le lit de scories pilées. Le minérai aggloméré, se soutient encore de lui-même autour du puits de charbon; mais on fait écrouler avec un ringard l'étage supérieur, qui se divise en tombant, et que l'on retire par morceaux; les gros charbons sont mis en tas et l'on en arrête la combustion au moyen de l'eau. On démolit ainsi toute la construction et l'on trouve sous la tuyère une masse de scories.

Le minérai, que les ouvriers nomment alors le minérai *cuit* (*miniera cotta*), est en grande partie aggloméré; celui qui ne l'est pas reste confondu dans la brasque, qu'on passe tout entière à l'affinage.

Les scories, et ensuite la brasque, forment sur l'aire où elles sont étendues un tas alongé, que l'on partage en cinq parties, sur chacune desquelles on dépose un cinquième de minérai agglutiné; chaque portion servira à former un masello.

Il faut éviter, surtout au commencement de l'opération, de donner une chaleur trop forte, qui pourrait fondre le minérai; cet accident est fort rare, mais quand il arrive il ne reste plus qu'à briser le minérai aggloméré et à recommencer le grillage.

L'expérience a appris que pour griller les quatorze bâches de minérai il faut brûler seize corbeilles de charbon (265 kilogrammes pour 526

kilogr.). L'opération cesse lorsque cette quantité de combustible est brûlée.

Un fait remarquable, c'est que les morceaux de charbon qui forment le puits se conservent très-bien pendant toute l'opération, et que la solidité de la construction n'est jamais compromise; cependant la chaleur est très-forte et la quantité d'air lancée dans le foyer considérable.

Produits de l'opération.

Les produits de cette opération sont le minérai cuit et les scories.

(*a*) Ces dernières sont vitreuses, bien fondues et transparentes; leur couleur est le vert olive clair; elles empâtent des globules métalliques et une assez grande quantité de débris de charbon, qui sont enduits d'une couche très-mince, et d'abord peu visible, de fer métallique, mais qui se manifeste plus tard en prenant une couleur de rouille très-sensible. Ces scories ont filtré, pendant l'opération, au travers des charbons qui formaient la base du puits et se sont réunies au fond du bassin.

Les scories du grillage sont formées par la fusion d'une argile rougeâtre qui existe en veinules dans le minérai de l'île d'Elbe.

(*b*) Le minérai a éprouvé un très-grand changement pendant l'opération du grillage; il s'est transformé en une masse caverneuse et cloisonnée, qui semble avoir été fondue; sa surface extérieure est mamelonnée et souvent couverte de petites inégalités arrondies; son aspect terne et sa couleur sombre paraissent dus à un léger enduit de charbon, car la cassure intérieure est d'un blanc bleuâtre (à-peu-près la couleur du fer) et douée d'un éclat métallique assez vif; il

retient, en quelques points, des gouttes de la scorie vitreuse qui ne s'est point complétement séparée; exposé à l'air humide, il se couvre de rouille. Le minérai cru n'a, comme on sait, aucune malléabilité; mais après la cuite il en possède une assez grande : il se divise d'abord en éclats sous le marteau ; mais de la plupart d'entre eux on peut former à froid, et en frappant dessus avec précaution, des plaques aussi minces que des pièces de six liards et beaucoup plus petites. Pendant la percussion, il se sépare une poussière noire, qui paraît formée de charbon et de minérai encore cru.

J'ai traité 5 décigrammes de ces lamelles par l'acide sulfurique étendu ; l'action chimique de cet acide a eu lieu immédiatement, et il s'est dégagé de l'hydrogène ayant une forte odeur métallique; il est resté une matière floconneuse, qui, lavée et séchée, était pulvérulente, d'un gris de cendre, et pesait un peu plus de 5 centigrammes.

Cet essai, tout imparfait qu'il est, ne permet cependant pas de douter que la plus grande partie du fer ne soit à l'état métallique dans le minérai grillé ou cuit.

Les grains métalliques renfermés dans la scorie sont ronds, d'un gris noirâtre et sans malléabilité; leur cassure est souvent grenue, plus ou moins grise et quelquefois d'un blanc d'argent, avec une structure très-distinctement lamelleuse; on reconnaît, dans tous les cas, que c'est de la fonte de fer. J'ai vainement cherché des globules dont la nature se rapprochât de celle de l'acier; quelques-uns ont à leur surface de petites lamelles isolées, d'un éclat très-vif, et qui semblent être une combinaison particulière.

La réduction de l'oxide de fer, qui s'opère pendant le grillage et qui paraît être le principal but comme le résultat le plus important de l'opération, ne peut avoir lieu que par cémentation ou par l'action désoxidante des gaz inflammables qui se dégagent en abondance au commencement du travail: ces gaz hydrogène carboné et oxide de carbone sont en grande partie produits par la décomposition de l'eau en vapeur sortant de la brasque humide et passant à travers les charbons, ce à quoi elle est contrainte par le vent de la tuyère, qui la pousse à travers les parois du puits; ces gaz sont ensuite portés jusqu'au milieu des fragmens de minérai accumulés tout autour. Ces effets, produits pendant la période où l'on ne donne qu'une partie du vent, diminuent sans doute beaucoup au moment où l'on ne voit plus paraître de flamme; mais alors la combustion devenant plus active par l'accroissement de la quantité d'air projetée dans le foyer, non-seulement les parois du puits, mais encore son entourage en minérai et même les parois en brasque du bassin qui le contiennent deviennent incandescens, et la cémentation, par le contact du charbon, s'opère nécessairement; la flamme reparaît lorsque la brasque du bassin fournit de nouveaux gaz combustibles, mais ils ne traversent plus le minérai. Observations sur l'opération du grillage.

En considérant que, dans la première période de l'opération, lors du dégagement des gaz carbonés, le minérai n'est encore que fort peu échauffé, on est porté à croire que l'effet réductif est peu considérable, et que c'est plutôt par l'action du charbon ou par cémentation que le fer est amené plus tard à l'état métallique dans

le procédé corse. Quoi qu'il en soit, il est important que la cémentation atteigne le point convenable: si on ne grille pas assez, il reste de l'oxide de fer, et tout le minérai n'est pas employé utilement; si on va trop loin, il doit se former une combinaison de fer et de charbon, ce qui est un inconvénient grave, parce que l'affinage se faisant au-dessous du vent, on ne peut brûler que fort peu de carbone combiné.

Les ouvriers ont effectivement observé qu'un grillage un peu trop prolongé donnait des masses difficiles à forger et qui s'égrenaient sous le marteau; on sait aussi que des ouvriers peu exercés à la pratique du procédé corse obtiennent des massello moins gros et formés d'acier.

II. *Affinage, forgeage et étirage.*

La masse de minérai, qui a été soumise à-la-fois au grillage, ou, pour mieux dire, à la réduction, est affinée en cinq parties, et le foyer est employé en même temps à chauffer le dernier massello obtenu d'un affinage précédent pour le forger et l'étirer en barres.

Affinage et étirage.

Aussitôt que le grillage est terminé, on jette dans le foyer de la brasque composée de menu charbon sec, que l'on prend dans les magasins, et dont on ne fait usage qu'après l'avoir lavée pour en séparer la poussière terreuse qui s'y trouve mêlée; on en forme deux plans inclinés, qui se réunissent en gouttière, suivant une ligne horizontale, perpendiculaire à la warme, et qui se trouve au-dessous de la tuyère: ces plans inclinés s'élèvent à la hauteur du petit mur du chio; on entoure la tuyère de charbon rouge; par-dessous, on met du charbon non

embrasé, sur lequel on place le massello, qui se trouve alors au-dessus de la tuyère : il a la forme d'un cylindre grossier, et il est soudé à l'extrémité d'un ringard dirigé suivant son axe.

On retourne de temps en temps le massello; la flamme du foyer est d'un blanc mêlé de jaune et de rouge, et des étincelles nombreuses et brillantes se dégagent; il paraît se brûler beaucoup de fer pendant ce chauffage : après 20 ou 25 minutes, on retire le massello et on le porte sous le marteau pour le forger.

Pendant ce forgeage, on charge, au milieu du foyer, le mélange de brasque, de minérai non agglutiné et de scories pilées dont nous avons parlé, et l'on y ajoute les battitures produites pendant l'étirage précédent. On abandonne cette charge à elle-même, et l'on continue à forger comme s'il n'y avait que du charbon dans le foyer; on fait quatre barres avec le massello provenant du cinquième du produit d'un grillage.

L'étirage dure un peu moins de deux heures, depuis le moment où le vent a été donné. La conduite du feu se borne à remplacer le charbon à mesure qu'il se brûle, à jeter de l'eau à la superficie du foyer; enfin à dégager la tuyère, en débouchant son orifice lorsqu'il en est besoin : le morceau de fer qui va être forgé est toujours placé vis-à-vis de la tuyère et un peu plus haut qu'elle; on l'en approche peu-à-peu en le retournant, ayant toujours soin de le maintenir au-dessus du jet d'air, pour éviter un trop grand déchet : les autres morceaux, qui seront forgés plus tard, sont placés près de la warme, au-dessus de la tuyère, et ils ne sont pas recouverts de charbon.

Pendant que l'on chauffe et que l'on forge les barres, l'affinage du minérai grillé s'opère sans qu'on s'en occupe : une heure et demie après le commencement de l'opération, on fait une percée, qui fait couler les scories bien liquides ; elles se rendent dans un bassin de brasque disposé tout auprès du chio : alors on place en avant du foyer, et à-peu-près à la hauteur de la tuyère, la moitié du minérai aggloméré, et quand il est assez échauffé (au bout de 5 ou 6 minutes), on le rapproche du centre, en le poussant horizontalement ; il se trouve alors exposé à une chaleur très-forte ; il se ramollit, et même, en quelques points, il coule en gouttes jusqu'à ce que, par cette cause, et sur-tout par la combustion du charbon inférieur, il soit descendu au-dessous du vent, où il se réunit au minérai non aggloméré qu'on avait chargé précédemment.

La seconde moitié du minérai aggloméré est mise à la place de la première et traitée de même ; on jette de temps en temps dans le foyer des pains de scories douces, et l'on dégage le trou du chio lorsque les scories ne coulent plus d'elles-mêmes.

Le massello se forme peu-à-peu, et on le sent s'accroître progressivement en tâtant la matière avec un ringard pointu ; quand il est terminé, on jette, avec une pelle, dans le foyer, environ une livre de battitures et un peu moins de poussière de minérai, probablement pour rendre complète la décarbonisation du fer. Quelques minutes après, on arrête le vent, on arrose avec de l'eau, puis on soulève la masse de fer et on l'éloigne du foyer : on détache, avec une pointe de fer, un gâteau de scories qui adhère à la par-

tie inférieure du massello ; on bat celui-ci avec une masse de bois, et l'on y soude le ringard (percé vers la tête), qui sert à le forger ; on lui donne ensuite une forme cylindrique, en le roulant, en quelque sorte, sous le marteau, qui frappe d'abord à très-petits coups.

Chaque affinage produit un massello et des scories qui sont de deux sortes. Produit de l'affinage.

Le massello est formé de fer ductile, dont toutes les parties ne sont pas bien soudées ; il ressemble, sous ce rapport, aux *massés* et *lopins* que l'on prépare par d'autres méthodes d'affinage ; les scories qui s'y trouvent mêlées, et que le cinglage en exprime, sont seulement d'une couleur plus foncée que celles dont il nous reste à parler ; on les réunit aux battitures produites pendant l'étirage, et on les ajoute ensemble dans l'affinage suivant, ainsi qu'on l'a indiqué précédemment.

(*a*) Les scories qui coulent du chio sont reçues dans un bassin particulier, où on les conserve pour les repasser en totalité au foyer pendant les affinages qui succèdent. Les ouvriers, qui les appellent *latte* (lait), disent qu'elles adoucissent le fer, et c'est pour cela que je les ai désignées sous le nom de *scories douces*. Leur éclat est métallique et assez vif ; leur couleur, le gris d'acier passant au bleu en quelques points, surtout en dessus : la pâte est compacte et mélangée d'une foule de petites parties plus brillantes et d'une couleur moins foncée que le reste ; la masse présente des cavités irrégulières et inégales, dont plusieurs sont tapissées de petits cristaux. Cette espèce de scorie attire légèrement l'aiguille aimantée, et paraît être fort riche en fer.

Quand elle a coulé dans le bassin de brasque ; on voit se solidifier d'abord à sa surface une première couche mince, qu'on enlève avec soin, et que l'on rejette comme étant de mauvaise qualité ; ce qui reste se solidifie ensuite, et on le met dans le bassin placé près du foyer, pour l'ajouter plus tard aux matières fondues.

Il serait intéressant d'examiner si la croûte supérieure contient réellement quelques substances dont la présence nuirait à la qualité du fer, par exemple, le soufre que peut retenir le minérai (1) : cette scorie supérieure est très-semblable au *latte;* cependant, la cassure des cloisons qui séparent les cavités, plus nombreuses que dans la précédente, est plus claire et plus brillante.

(*b*) La seconde sorte de scorie est celle qui se rassemble, sous le massello, dans le foyer ; elle diffère peu de la précédente, seulement les couleurs y sont plus variées et les cavités moins nombreuses ; on ne les repasse jamais à l'affinage.

Observations sur l'affinage.

Le fer, réduit dans la première opération, se réunit en une seule masse dans celle que l'on appelle *affinage*, dont le but principal doit être d'en former une masse homogène, en fondant et séparant ainsi les matières terreuses dans lesquelles le métal était empâté. Cependant, il est possible qu'il y ait des parties de minérai non réduites, et d'un autre côté des globules de fer passé à l'état de fonte ; ces substances, en réagis-

(1) Cela est vraisemblable, puisqu'on sait que les minérais de l'île d'Elbe contiennent une assez forte proportion de soufre. *A. G.*

sant les unes sur les autres, produiraient encore du fer ductile. Le vent de la tuyère ne doit pas agir sur le métal, et son utilité se réduit à celle d'exciter une combustion plus ou moins vive.

Relativement à l'étirage en barres, on peut remarquer que le faible poids du marteau rend le forgeage très-lent, d'où résulte une perte notable de temps et de métal.

Un grillage et les cinq affinages qui complètent la fabrication du fer durent exactement vingt-quatre heures (1); on accorde aux ouvriers quatre heures pour chacune de ces opérations, dont la durée véritable n'est pas tout-à-fait aussi grande. **Durée du travail.**

Il n'y a dans chaque forge que quatre ouvriers, qui, chaque année, viennent de Lucques ou de Toscane; ils travaillent de suite pendant six jours dans la semaine.

Les forges ne sont en activité que pendant sept mois chaque année; les chaleurs excessives et quelquefois l'insalubrité de l'air obligent à cesser le travail à la fin du mois de juin.

On fabrique moyennement, dans cet espace de temps, 260 quintaux métriques de fer, quoique le produit journalier semble en promettre davantage.

Le fer de Corse est excellent; sans être malléable comme celui de Suède, il est ductile et très-nerveux; il se forge très-bien à chaud et à

(1) Il peut être utile de faire remarquer l'analogie qui existe entre le procédé corse employé sur les minérais de fer et celui dit bergamasque, appliqué à la fonte de fer; même division des opérations, même durée de vingt-quatre heures, grande consommation de combustible, bonne qualité du fer obtenu. *A. G.*

froid, et se laisse percer sans se gercer; employé pour le ferrage des chevaux, il dure au moins deux fois autant que le fer qui vient du dehors de l'île; on le préfère aussi pour les outils d'agriculture, mais il est peu propre aux ouvrages de serrurerie: il est en grosses barres et aurait besoin d'être retravaillé au martinet pour satisfaire aux diverses demandes de l'industrie.

Résultats économiques.

En Corse, les dépenses de la fabrication du fer, de même que les avantages de la vente, dépendent beaucoup de la situation des forges et sur-tout de sa proximité de la mer, parce que les transports se font à dos de mulet, tant pour les minérais que pour le charbon et le fer produits.

Le minérai coûte, à l'île d'Elbe (droit compris), 3 francs 20 cent. le quintal métrique, et il revient à 5 francs 4 c. rendu à une forge qui n'est qu'à une demi-lieue d'un port : le charbon y revient à 2 francs 29 centimes.

Tableau des frais de fabrication d'un quintal métrique de fer, en Corse, dans deux forges l'une à une demi-lieue de la mer, l'autre un peu plus éloignée.

		Forge de Fiumalto, produisant annuellement 290 quint. mét. de fer en barres.	Forge d'Orezza, produisant annuellement 250 quintaux métr. de fer.
		fr. c.	fr. c.
Charbon.	Ouvriers pour la carbonisation	16.20	15.04
	Achat de bois	0.77	2.00
	Transport du charbon	3.73	3.80
Minérai.	Achat du minérai	8.27	8.27
	Transport par mer	3.62	3.62
	Droit de douane	0.15	0.15
	Transport par terre	0.98	3.88
	Ouvriers employés à la forge	6.01	6.97
	Réparations d'outils, etc.	0.34	0.40
	Intérêts des fonds de roulement à 6 p^r. 100	2.40	2.64
	Intérêts de la valeur de la forge à 5 p^r. 100	2.41	2.80
	Entretien et réparations de la forge	1.37	1.60
	Fractions de centimes négligées	0.66	0.03
		fr. c.	fr. c.
	Total	46 31	51 20

Les prix de vente ne s'élèvent guère à plus de 56 francs sur les forges les mieux situées.

D'après les données précédentes, 750 quintaux métriques de minérai produisent 290 quintaux mét. de fer en barres : c'est moyennement 38,66 pour 100.

La consommation en charbon, pour un quintal métrique de fer obtenu, ne peut être évaluée à moins de vingt sacs de charbon ou $8^{qx.m.}$,88, ou en volume, et plus exactement, à $4^{m.}$,$44^{c.}$; ce qui est plus du double (presque le triple) de ce que l'on consomme dans les bonnes forges des Pyrénées (1). On doit en conclure que le procédé corse, tel qu'il est pratiqué maintenant, est le plus mauvais de tous ceux que l'on connaît.

Sur les vices du procédé corse.

Les inconvéniens du procédé corse, qui frappent au premier abord, sont l'énorme consommation du combustible et la petite quantité de fer que l'on fabrique journellement.

Les causes de la consommation excessive de charbon résident dans le refroidissement total du foyer opéré avant chaque grillage, et dans la quantité considérable d'eau qu'il faut vaporiser pendant la première période de l'opération ; enfin, l'affinage s'opérant sur une aire plane, au milieu d'un tas de charbon découvert sur une surface très-étendue, il y a nécessairement une grande déperdition de chaleur.

---

(1) Il faut observer ici que, d'après M. Muthuon, ingénieur en chef des mines (p. 235, note de son ouvrage sur les forges catalanes), *la consommation du charbon, dans une forge corse, est de 7 kilogrammes pour 4 de minérai ;* ce qui ne fait que 5 et demie parties de ce combustible pour une de fer forgé ; à la vérité, le procédé indiqué par cet ingénieur diffère notamment de celui décrit ci-dessus.

A. G.

Les modifications qu'il conviendrait d'essayer de faire subir au procédé très-défectueux qu'on a décrit pourraient être dirigées suivant deux points de vue différens.

On pourrait d'abord chercher, en faisant succéder immédiatement l'affinage au grillage, à éviter les inconvéniens de leur sépération : d'où résulte, comme nous l'avons dit, perte de temps, de chaleur, etc. Enfin, si l'on se servait d'un foyer entouré de murs des quatre côtés (1), on arriverait précisément à la méthode catalane; la continuité du travail et l'emploi d'un foyer fermé sont les seules différences qu'elle présente avec celle de Corse : toutes les deux sont caractérisées par cette sorte de cémentation qui précède l'affinage ou formation de la loupe.

Le second genre d'amélioration à faire consisterait à exécuter les grillages et les affinages dans des foyers différens (2) : celui de grillage devrait

---

(1) M. Muthuon a déjà proposé d'employer deux foyers distincts pour exécuter la réduction et la formation des loupes : « Si dans la Corse, la Ligurie et le Piémont, l'on avait un creuset pour désoxider la mine qui aurait été grillée préalablement; si l'on portait les grumeaux désoxidés dans un foyer où l'on opérerait seulement par un travail continu la scorification ou vitrification des terres, on fabriquerait beaucoup de fer. » (*Traité des forges dites catalanes*, p. 176.)

(2) M. Muthuon, dans sa *Description de la forge de della Padulella,* à 7 kilomètres nord de Cervione, sur la côte orientale de la Corse, indique un creuset quadrangulaire, dont il donne les dimensions page 162 de son *Traité des forges catalanes*. On y traitait, par vingt-quatre heures, de 300 à 400 kilogrammes de minérai de l'île d'Elbe, qui produisaient de 150 à 200 kilogrammes de fer (50 pour 100). Ses massets subissaient trois chaudes

être formé d'un bassin demi-elliptique, en pierre ou en brique, sur lequel on étendrait une couche mince de brasque. Le minérai grillé ne se mêlerait plus alors avec les menus charbons et l'affinage en deviendrait plus facile; en outre, on n'aurait plus à évaporer, comme aujourd'hui, une grande masse d'eau.

Le foyer pour l'affinage serait un creuset limité par des parois verticales ou un peu déversées en dehors : on pourrait, par ce moyen, doubler la quantité de la fabrication journalière.

Je pense que le procédé corse, ainsi modifié, serait, sous plusieurs rapports, plus avantageux que celui des Pyrénées; la cémentation ou réduction, cette opération si importante, y serait plus uniforme, plus complète et plus facile à diriger : cela rendrait l'affinage plus simple et plus rapide. Les affinages se succéderaient entre eux, comme les grillages, d'une manière continue et sans que les foyers eussent le temps de se refroidir.

Il est évident que de pareils changemens n'exigeraient qu'un court apprentissage de la part des ouvriers, et que les mêmes hommes pourraient être employés. Toutefois, il n'y a que l'expérience qui puisse mettre à même de prononcer sur ces propositions, qu'on jugera, comme nous, mériter l'attention des maîtres de forges qui voudront perfectionner la fabrication du fer en Corse.

---

pour être amenés à l'état de fer marchand; j'ai remarqué, dit cet ingénieur, que l'on avait besoin de faire macérer les massets les mieux faits dans le charbon; ce qui prouve que le minérai ne se désoxide pas complétement dans l'opération de la cuite. *A. G.*

Quelque imparfaite que soit la méthode suivie maintenant, il est certain que le fer produit peut, par sa qualité et le prix de sa fabrication, soutenir avec avantage la concurrence avec celui du Continent français, et même avec les fers étrangers, en raison du droit dont ceux-ci sont frappés à leur entrée; mais des perfectionnemens de quelque importance apportés à la fabrication, et sur-tout le traitement des minérais de fer oxidulé pris dans l'île même, en augmenteraient encore beaucoup les avantages (1) : tout porte à croire que dans peu de temps la Corse sera délivrée du tribut qu'elle paie pour les minérais de l'île d'Elbe. Les communes d'Olmeta et de Farinole renferment des couches de fer oxidulé, pour lesquelles on demande en ce moment une concession; quatre de ces couches sont reconnues, et il en existe d'autres dans le même canton; leur richesse et leur pureté permettent de les traiter au foyer corse.

Il y a un autre gisement à la Venrolasca : c'est une couche de fer oligiste, qui s'enfonce dans une montagne; mais il faudrait en reconnaître la continuité et la puissance.

Certaines parties de l'île sont couvertes de bois, dont l'aspérité du sol et le manque de chemins rendent l'exploitation impossible; il n'y aurait pas de meilleur moyen d'en tirer parti que de les faire servir à la fabrication du fer, matière bien plus facilement transportable et

(1) Néanmoins, tant que le fer de la Corse ne sera pas admis sans droits dans les ports de France, il ne faut pas songer à établir des hauts-fourneaux dans cette île; les petits foyers sont d'ailleurs mieux appropriés aux localités.

dont la valeur permet de supporter quelques frais.

Il résulte des faits rapportés dans cette Notice :

1°. Que la fabrication du fer en Corse mérite l'attention du Gouvernement et doit être encouragée ;

2°. Que le procédé suivi actuellement n'est pas à la hauteur actuelle de la sidérurgie, et doit être modifié ou même remplacé par le mode catalan.

NOTE

Sur l'emploi des digues filtrantes pour l'épuration des eaux de lavage du minérai;

Par M. PARROT, Ingénieur au Corps royal des Mines (1).

Les digues filtrantes pour l'épuration des eaux de lavage de minérai dans le département des Ardennes ont, depuis long-temps, fixé mon attention, par l'importance de leur objet, et je n'ai rien négligé pour me mettre à portée de donner toutes les notions acquises par leur usage.

Il n'existe encore que deux bassins d'épuration avec digues filtrantes. L'un est établi depuis environ quatre ans pour le service d'un lavoir dépendant du haut-fourneau de Bairon ; l'autre n'a que trois ans d'existence, et sert à un patouillet qui alimente le haut-fourneau de Linchamps.

Le premier est un bassin triangulaire, à-peu-près équilatéral, qui reçoit les eaux par son sommet et qui les rejette par sa base. Les côtés du bassin, comprenant la digue filtrante qui forme la base, ont environ 15 mètres de longueur ; la digue a un mètre et demi de hauteur, 3 mètres de largeur à sa base et un mètre à son sommet.

Le second est un bassin rectangulaire, de 130 mèt. de longueur et de 15 mèt. de largeur environ:

(1) Cette note est extraite d'une lettre que M. *Parrot* a adressée, le 9 octobre 1827, à M. le Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

la digue filtrante forme un de ses longs côtés; la hauteur de cette digue est d'un mètre 65 centimètres; sa largeur est de 3 mètres à la base et d'un mètre au sommet. Le bassin est divisé en trois compartimens à-peu-près égaux, dans le sens de sa longueur; leurs communications entre eux et avec le lavoir sont pratiquées vers le côté opposé à la digue.

J'ai fait de fréquentes observations dans l'un et l'autre établissement, et j'ai reconnu que les eaux sortaient beaucoup mieux clarifiées qu'elles ne le sont par les moyens d'épuration ordinaires, lorsque les bassins et les digues étaient bien entretenus; j'ai reconnu aussi que les mêmes eaux sortaient avec toute leur souillure lorsqu'on laissait exister des ouvertures, que le travail des taupes, le défaut de solidité ou toute autre cause avaient créées au travers des digues. J'ai appris que ces ouvertures se manifestaient assez souvent, mais j'ai vu qu'il était très-facile de les fermer lorsque l'on voulait s'en donner la peine. Malheureusement il est également facile de les pratiquer, et les digues filtrantes, excellent moyen lorsqu'il est employé de bonne foi et avec soin, ont le désavantage de donner ample carrière aux abus dans le cas contraire. La plus ancienne a fourni plusieurs exemples de cet inconvénient : les eaux de lavage, jointes à d'autres, qui forment souvent moins de moitié du volume total, sont indispensables aux usages domestiques des habitans du village de Baalons. On a eu tant à se plaindre, que l'Administration a été obligée de provoquer des poursuites, dont un arrêt de condamnation rendu par la Cour royale de Metz a été la conséquence.

Les digues filtrantes sont composées de lits horizontaux de gazons d'herbe fauchée, placés alternativement en position naturelle et renversée, de telle manière que les brins d'un lit se croisent avec ceux de l'un des lits adjacens. L'écoulement devant être réduit aux interstices des brins d'herbe, les gazons d'un même lit doivent être serrés les uns contre les autres et ne laisser aucun vide entre eux. Chaque lit doit être légèrement damé; il est fort utile de prendre toutes les précautions propres à garantir ces digues du travail des taupes, soit en inondant le terrain et en l'isolant par un muraillement ou un fossé rempli d'eau, soit en employant d'autres moyens indiqués par les circonstances particulières.

Avant de parler des dimensions des digues, je suis dans le cas de faire connaître leur mode d'action. Elles n'opèrent pas, comme il serait naturel de le croire, une véritable filtration; la preuve est que les terres ne s'accumulent pas en plus grande quantité dans leur voisinage que par-tout ailleurs; une autre preuve encore, s'il en était besoin, c'est qu'elles ont conservé jusqu'à présent leurs propriétés d'écoulement, indice certain que la vase ne s'accumule pas dans leur intérieur. Il est incontestable, d'après cela, que la clarification a lieu par dépôt seulement, et que les digues n'ont d'autre effet immédiat que de ralentir l'écoulement, en augmentant la section transversale d'eau courante; elles ne peuvent être envisagées, en conséquence, que comme un simple perfectionnement à ajouter aux bassins de dépôt, qui leur sont un auxiliaire indispensable; mais le perfectionnement est d'une très-grande importance, puisque sa mesure est le rap-

port de l'ensemble de surface des orifices par lesquels l'eau pénètre dans la digue avec la surface de tranche de cette eau passant sur un déversoir.

Les digues présentent une région filtrante d'autant plus grande qu'elles opposent plus d'obstacle à l'écoulement; leurs avantages croissent conséquemment avec leurs épaisseurs; ils croissent également avec le développement en longueur, parce que les eaux voisines de la surface, mieux purifiées que les autres, sont celles qui doivent être livrées de préférence à l'écoulement.

Mes observations me portent à croire que les digues ne doivent pas avoir moins d'un mètre et demi de largeur à la sommité de la région filtrante, et que leurs paremens doivent descendre suivant un talus de 45 degrés, ceci pour que les difficultés d'écoulement s'accroissent avec la souillure, d'autant plus grande, que le niveau est plus éloigné de la surface. Avec ces dimensions, la région filtrante d'un établissement ordinaire serait, je pense, de 15 à 20 mètres carrés; il serait avantageux de la maintenir vers le haut du bassin en construisant en terre le premier étage des digues. Cette région, servant de base à un prisme d'écoulement de 30 à 40 mètres de longueur, je ne doute pas que la clarification ne fût complète, ou à très-peu de chose près, puisque je l'ai vue presque telle avec des moyens beaucoup moins bons dans les deux établissemens que j'ai décrits.

Si l'on juge utile de faire répandre ces notions, fournies par l'expérience, pour déterminer des essais dans les lieux où les intérêts de l'agri-

culture et de l'industrie attachent un très-haut prix à la clarification des eaux de lavage des minérais, ces essais feront naître, sans doute, plusieurs perfectionnemens. Peut-être trouvera-t-on de l'avantage à substituer la paille ou les fascines aux gazons, pour graduer l'écoulement.

L'établissement de bassins d'épuration avec digues filtrantes est devenu et sera probablement désormais l'objet d'une de mes propositions pour les permissions des lavoirs à mines. On verra bientôt un assez grand nombre de ces bassins dans le département des Ardennes, si cette proposition est transformée en condition. Je continuerai à porter vers eux une attention spéciale, et je m'empresserai de faire connaître toutes les remarques importantes dont ils pourront être le sujet.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LES TROISIÈME ET QUATRIÈME TRIMESTRES DE 1827.

Forge de Monsegou.

ORDONNANCE du 25 juillet 1827, *portant permission au sieur* Vieu *fils d'établir un nouveau feu de forge avec deux marteaux, à Monsegou, commune de Montalarié* (Tarn), *sur l'emplacement désigné aux plans qu'il a produits, et dont une expédition est jointe à la présente ordonnance.*

Verrerie de Fumay.

ORDONNANCE du 8 *août* 1827, *portant que les sieurs* Mathis (Louis-Eugène), Morel (Jean-Nicolas (Alexis), *et* Stevenin (Nicolas-Sébastien) *sont autorisés à établir une verrerie, pour la fabrication des verres à vitres ou en tables, sur le territoire de la commune de Fumay, au lieu dit* les Pied-Celles (Ardennes), *et que cette verrerie, qui devra être construite à trente mètres environ de la maison d'habitation des Pied-Celles, sera composée de quatre fours à fondre, contenant chacun dix pots, huit fours à étendre le verre et huit fours à sécher le bois.*

Verrerie de Castillon.

ORDONNANCE du 8 août 1827, *portant que le sieur* de Ferry-Duclos *est autorisé à établir sur sa propriété, sise au quartier Castillon, commune de Villars* (Vaucluse), *une verrerie destinée à la fabrication du verre blanc et du verre vert, et que cette verrerie, qui sera composée d'un four de fusion et d'un four de cuisson, pourra être alimentée par le bois.*

Verrerie d'Anzin.

ORDONNANCE du 8 août 1827, *portant que le sieur* Gellé-Piérard, *propriétaire d'une verrerie située à Anzin* (Nord), *est autorisé à ajouter à cette verrerie deux nouveaux fours, composés chacun de huits creusets, destinés à la fabrication des bouteilles et du verre à vitre, sous la condition que l'impétrant ne pourra employer, dans ces fours, aucun autre combustible que de la houille.*

Usine à fer de Thunimont.

ORDONNANCE du 8 août 1827, *portant que la dame* Élisabeth-Victoire Perrier, *veuve du sieur* Coster, *est autorisée à tenir et conserver en activité l'usine à fer qu'elle possède à Thunimont, sur la rivière de Concy, commune d'Harsault* (Vosges), *et que la consistance de cette usine est et demeure fixée, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit : 1°. deux feux d'affinerie, avec un gros marteau; 2°. deux martinets, avec leurs feux; 3°. une tréfilerie, composée de quatre tenailles, de huit bobines et d'un four à recuire; 4°. deux ateliers pour la fabrication des chaînes.*

Usine de Fauverney.

ORDONNANCE du 8 août 1827, portant autorisation d'établir une usine pour la fusion et le lavage de minérai de fer en la commune de Fauverney (Côte-d'Or).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Le sieur Muteau est autorisé à établir sur la rivière d'Ouche, dans la commune de Fauverney, département de la Côte-d'Or, conformément aux trois plans qui resteront joints à la présente ordonnance :

1°. Un haut-fourneau pour la fusion du minérai de fer;

2°. Deux patouillets pour le lavage du minérai de fer.

ART. II. Le haut-fourneau, autorisé par l'article précédent, ne pourra être chauffé qu'avec de la houille, conformément à l'engagement que le sieur Muteau a pris dans sa demande.

ART. IV. L'impétrant est tenu d'établir à la suite de ses patouillets un bassin horizontal pour épurer les eaux de lavage, qui ne pourra avoir moins de deux cent cinquante mètres de longueur, quatre mètres de largeur et un mètre et demi de profondeur; les eaux qui auront servi à laver les minérais traverseront ledit bassin dans le sens de la longueur, et n'en sortiront pour retourner à leur lieu primitif que par un déversoir de superficie, élevé d'au moins un mètre et demi sur le fond.

ART. V. Le bassin prescrit par l'article précédent sera curé toutes les fois que les dépôts s'élèveront aux deux tiers de la hauteur, l'exécution de cette disposition sera sous la surveillance des autorités locales.

Mines de fer spathique d'Allevard.

Ordonnance du 8 août 1827, portant concession de mines de fer spathique situées dans la commune d'Allevard (Isère).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait concession aux sieurs Louis-Buisson Protoz, Claude Cavagnat, et Hugues-Buisson Chavat, des mines de fer spathique situées aux lieux dits des Plagues et de l'Auxiput, dans la commune d'Allevard, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère.

Art. II. Ladite concession, contenant une étendue superficielle de soixante-seize hectares quatre-vingts ares, et dont le plan restera annexé à la présente ordonnance, est limitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par une ligne droite partant du lac du Collet, suivant la ligne séparative des communes d'Allevard et de la Chapelle du Bard, jusqu'à la sommité des montagnes dites du Clapier et d'Orgeval, appartenant au domaine de la Couronne ;

A l'est, par la crête des rochers qui séparent encore les deux mêmes communes jusqu'à une grosse pierre, sur laquelle est gravée une croix, pour servir de limites entre les deux montagnes dites du Compas et de la pierre du Carre ;

Au sud, par une ligne séparative des deux montagnes citées ci-dessus, tendant à la crête de la montagne du Compas, jusqu'au sentier qui va du Habert du Compas à celui de la pierre du Carre, suivant ce sentier jusqu'à ce dernier Habert ;

A l'ouest, par le sentier qui part du Habert de la pierre du Carre jusqu'à son intersection avec le ruisseau qui descend de l'Auxiput, continuant par une ligne droite jusqu'au point X, pris sur le bord du lac du Collet ; enfin, le bord occidental de ce lac jusqu'au point de départ.

Art. VI. A l'instar de ce qui est ordonné par l'art. 11 du cahier des charges annexé à l'ordonnance du 15 jan-

vier 1827, visée ci-dessus, les concessionnaires seront tenus d'approvisionner de minérai de qualité convenable et bien préparé le haut-fourneau de Saint-Hugon.

Art. VII. Les concessionnaires se conformeront en outre à ce qui est prescrit, tant par ladite ordonnance du 15 janvier 1817, que par le cahier des charges y annexé, en tout ce qui n'est pas contraire aux dispositions de la présente ordonnance.

Art. IX. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le Préfet assignera aux concessionnaires un délai de rigueur, qui ne pourra excéder six mois, et faute par les concessionnaires de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre Ministre de l'intérieur, qui nous proposera, s'il y a lieu, dans la forme des réglemens d'administration publique, la révocation de la présente concession, sous toutes réserves des droits des tiers.

Mines de fer carbonaté d'Allevard.

Ordonnance du 8 août 1827, portant concession de mines de fer carbonaté situées dans la commune d'Allevard (Isère).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait concession au sieur André-Benoît Champel des mines de fer carbonaté existant au lieu dit Prétermond, commune d'Allevard, département de l'Isère.

Art. II. Cette concession, dont l'étendue superficielle est de deux kilomètres carrés quatre-vingt-cinq hectares, est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan joint à la présente ordonnance:

Au nord-est, par le chemin allant au Molliès, partant de son intersection à Malatrait avec celui qui conduit à Collet, suivant le premier chemin jusqu'au Habert ou

Chalet des Molliès ; de ce Habert, par une ligne droite dirigée sur le Chalet du Pas-du-Bœuf, se prolongeant pendant l'espace de sept cent cinquante mètres sur la même direction et aboutissant au point X, placé sur la ligne de démarcation des propriétés communales d'Allevard et de celles du sieur Champel ;

Au sud-est, par la ligne brisée X, Y, Z, qui est la démarcation des propriétés de la commune d'Allevard et des propriétés du sieur Champel ;

Au sud-ouest, par le ruisseau de Weyton à partir de la limite Z, passant par le pont haut, celui de la visite et s'arrêtant au pont de Weyton ;

Au nord-ouest, par une ligne droite partant du pont de Weyton jusqu'au point de départ, cette ligne séparant la nouvelle concession de celles qui sont désignées B et D par l'ordonnance du 15 janvier 1817, visée ci-dessus.

Aux points X et Y, mentionnés ci-dessus, il sera placé des croix sur les rochers, et au point Z il sera planté une borne-limite ; le tout aux frais de l'impétrant et en présence de l'ingénieur des mines, dans les trois mois qui suivront la notification de la présente ordonnance.

NOTA. Les dispositions des articles 6, 7 et 9 de cette ordonnance sont semblables à celles comprises, sous les mêmes numéros, dans la précédente ordonnance.

ORDONNANCE du 15 août 1827, portant autorisation d'établir une usine pour battre le cuivre et le laiton, en la commune de Fromelennes (Ardennes).

Usine à cuivre de Fromelennes.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Le sieur Saillard est autorisé à mettre en activité sur la rivière de Houille, au lieu dit Flohival, commune de Fromelennes, département des Ardennes, une usine destinée à battre le cuivre et le laiton.

Cette usine sera composée, conformément à sa demande

et aux trois plans annexés à la présente, de six marteaux montés sur deux ordons, mis en mouvement par une seule roue hydraulique, et d'un four de chaufferie.

Art. VI. En exécution des dispositions de l'article 44 du titre 27 de l'ordonnance de 1669, l'impétrant sera tenu de supporter le flottage des bois, tel qu'il a lieu de temps immémorial sur la rivière de Houille, et, à cet effet, de mettre à fond les pales de la prise d'eau pendant tout le temps nécessaire, à la première réquisition des flotteurs, sans pouvoir, à cette occasion, réclamer aucun salaire ou indemnité pour raison de chômage de son usine.

Art. VII. L'impétrant aura un compte ouvert au bureau des douanes de Fromelennes, et il se soumettra au recensement sans l'assistance d'aucun officier de police.

Ancienne forge de Goudal.

Ordonnance du 15 août 1827, portant autorisation d'établir deux feux d'affinerie à une ancienne forge située en la commune d'Orgnac (Corrèze).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. 1er. Le sieur Meillard est autorisé à établir, conformément au plan de situation et de détails joint à la présente ordonnance, deux feux d'affinerie à l'ancienne forge dite de Goudal ou forge basse, située sur le ruisseau de Loire, commune d'Orgnac, département de la Corrèze.

Art. VI. La commune aura le droit de réclamer l'établissement d'un pont pour voiture, à l'endroit de l'ancien gué, dont le barrage de prise d'eau occupe l'emplacement. Ce pont sera construit et entretenu à perpétuité aux frais de l'impétrant ou de ses ayant-droit. Cette dernière charge sera applicable au pont construit en aval de l'usine, dans le cas où la commune se contenterait de cette nouvelle voie.

Art. VII. L'impétrant ou ses ayant-cause seront tenus de souffrir le flottage à bûches perdues passant dessus le déversoir, sans pouvoir réclamer d'indemnité que dans le

cas où les dégradations, qui proviendraient de cette servitude, seraient le résultat de l'imprévoyance ou de l'impéritie des conducteurs du flottage.

Art. XI. Les bâtimens accessoires, nécessaires pour le service de l'usine, tels que halles, magasins et logement, seront établis à une distance convenable pour prévenir tout accident.

Ordonnance du 15 août 1827, portant autorisation d'établir à la Voulte (Ardèche) *une usine pour le traitement du minérai de fer.*

Usine à fer de la Voulte.

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. La Compagnie des forges et fonderies de la Loire et de l'Isère est autorisée à construire à la Voulte, département de l'Ardèche, une usine composée, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, de quatre hauts-fourneaux avec leurs accessoires, pour le traitement des minérais de fer qu'ils exploitent en ladite commune de la Voulte, en vertu des actes du Gouvernement, des 19 août 1796 (2 fructidor an 4) et 20 septembre 1812.

Art. II. Ladite Compagnie établira à ses frais des moyens sûrs et faciles de traverser les chemins de fer affectés au service de cette usine dans les endroits où les communications qui existent actuellement seront coupées par ces chemins. Les dispositions relatives à la traversée de la route royale, n°. 86, par lesdits chemins seront soumises à l'approbation de notre Conseiller d'état, Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Art. XI. Il ne pourra être employé dans ladite usine d'autre combustible que de la houille.

Haut-fourneau de la Poudrière.

ORDONNANCE du 15 *août* 1827, *portant autorisation d'établir un haut-fourneau au lieu dit* la Poudrière (Meuse).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Le sieur Muel-Doublat est autorisé à établir, conformément aux plans de situation et de détails joints à la présente ordonnance, un haut-fourneau dans l'ancien moulin à foulon, situé sur le ruisseau dit la Fausse-Rivière, au lieu dit la Poudrière, en remplacement de deux feux d'affinerie, aux forges d'Abainville, arrondissement de Commercy, département de la Meuse.

ART. II. Ce haut-fourneau ne pourra être mis au feu qu'il n'ait été constaté que les deux feux d'affinerie sont supprimés.

ART. XI. Conformément à l'article 36 du décret du 18 novembre 1810, l'impétrant fournira au Préfet, tous les ans, et au Directeur général des ponts et chaussées et des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux employés, dss produits fabriqués et des ouvriers occupés dans l'usine.

Fabrique d'objets de quincaillerie et de taillanderie de Blamont.

ORDONNANCE du 21 *août* 1827, *portant que le sieur* Batelot *est autorisé à construire sur la rive gauche de la Vesouze, à huit mètres de son moulin des Champs, commune de Blamont* (Meurthe), *une usine pour la fabrication d'objets de quincaillerie et de taillanderie, dont la consistance est et demeure fixée à un martinet, un feu de chaufferie et une paire de soufflets à piston, le tout conformément au plan joint à la présente ordonnance.*

ORDONNANCE du 21 août 1827, portant autorisation au sieur Combescot *de conserver et tenir en activité l'usine à fer de Bord, commune de Saint-Mesmin* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, qui est alimentée par l'étang de Bord, est et demeure fixée ainsi qu'il suit : un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer au charbon de bois; deux affineries pour la conversion de la fonte en fer, également au charbon de bois; un bocard à crasse; un marteau à drome, le tout conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance.*

Usine à fer de Saint-Mesmin.

ORDONNANCE du 21 août 1827, portant que le sieur Bernard Comminges *est autorisé à établir dans la commune de Bénac, au quartier de Gaynes* (Ariége), *et à côté du moulin à farine qu'il possède sur la rive gauche de la rivière de Larget, un martinet à parer le fer, composé d'un seul feu et d'un seul marteau, conformément au plan joint à la présente ordonnance.*

Martinet à fer de Bénac.

ORDONNANCE du 21 août 1827, portant concession des mines de plomb sulfuré situées en la commune d'Issengeaux (Haute-Loire).

Mines de plomb sulfuré d'Issengeaux.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Hippolyte Royet, Frédéric Solberge, Paul-Louis Durand Brechignac, en qualité de procureur fondé des sieurs Alphonse Sagnard de Choumouroux; Joseph-Marie-François Tardy de Versilhac; Jean-Joseph Maurin, receveur particulier des fi-

nances, et Jean-Joseph Maurin, notaire, des mines de plomb sulfuré de Chambonnet et de Versilhac, commune d'Issengeaux, département de la Haute-Loire.

Art. II. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés trente hectares, est et demeure limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'ouest, en partant du clocher d'Issengeaux, en suivant le chemin de cette ville à Montfaucon, par le pont de l'enceinte, jusqu'à la Chamberlière;

Au nord, de la Chamberlière, par une ligne droite coupant la rivière du Lignon jusqu'au Cluzel;

A l'est, par une ligne droite jusqu'au moulin de la Scie des Crosses;

Au sud du moulin précité, par une ligne droite, jusqu'à Issengeaux, au point de départ.

Art. XIX. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le Préfet assignera aux concessionnaires un délai de rigueur, qui ne pourra excéder six mois, et faute par eux de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre Ministre de l'intérieur, qui nous proposera, s'il y a lieu, dans la forme des réglemens d'administration publique, la révocation de la présente concession, sous toutes réserves des droits des tiers.

Usine à fer de Chavanon.

Ordonnance du 21 août 1827, portant autorisation d'ajouter un haut-fourneau à l'usine à fer de Chavanon (Corrèze).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Les sieurs Prevost cadet, et Grellet, propriétaires de l'usine à fer dite de Chavanon, construite, en vertu de notre ordonnance du 10 janvier 1821, en la commune de

Monestier-Merlines, département de la Corrèze, sont autorisés à ajouter à ladite usine, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, un haut-fourneau pour la fusion du minérai de fer.

ART. V. Ils ne pourront consommer dans ce haut-fourneau au-delà de sept mille stères de bois, ainsi qu'ils s'y sont obligés dans leur demande.

ART. VI. Les dispositions des articles 4, 6, 8, 10 et 12 du cahier des charges annexé à l'ordonnance du 10 janvier 1821, sont et demeurent obligatoires pour les propriétaires du haut-fourneau autorisé par la présente.

Haut-fourneau de Glandier.

ORDONNANCE du 28 août 1827, portant que le sieur Pouch - Lafarge *est autorisé à ajouter à l'usine à fer qu'il possède à Glandier, commune de Beissat* (Corrèze), *un haut-fourneau pour la fonte du minérai de fer au charbon de bois, un bocard à piler les scories et un lavoir à bras pour purifier le minérai, le tout conformément aux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordonnance.*

Usine à fer de Marsagnet.

ORDONNANCE du 28 août 1827, portant que les sieurs Louis *et* Jean Michelet *père et fils, propriétaires de l'usine à fer de Marsagnet, sont autorisés à conserver et à tenir en activité ladite usine, située sur l'étang du même nom, commune de Coussac Bonneval* (Haute-Vienne), *et que la consistance de cette usine est et demeure fixée à deux feux de forges d'affineries et les soufflets nécessaires, un gros marteau et trois roues hydrauliques, le tout conformément aux plans de situation et de détails joints à la présente ordonnance.*

Haut-fourneau de Foucherans.

ORDONNANCE du 28 août 1827, portant que le sieur Tinseau *est autorisé à reconstruire un haut-fourneau pour la fonte du minérai de fer à Foucherans sur le ruisseau de la Blaine* (Jura), *conformément aux plans joints à la présente ordonnance.*

Lavoirs à bras pour le minérai de fer de Montigny.

ORDONNANCE du 28 août 1827, portant autorisation d'établir deux lavoirs à bras pour le minérai de fer, en la commune de Montigny (Ardennes).

(Extrait.)

CHARLES, etc. etc., etc.

ART. Ier. Il est permis au sieur Bertrand-Geoffroy d'établir pour le lavage du minérai de fer deux lavoirs à bras, conformément aux deux plans qui resteront ci-annexés, l'un au lieu dit le Trou de Barbaisse, et l'autre au lieu dit le Petit-Braux, commune de Montigny, département des Ardennes.

ART. II. L'établissement des deux lavoirs ci-dessus autorisés devra être placé ou disposé de manière que les parties ou dépendances qui formeront relief au-dessus de la surface naturelle du terrain n'augmentent pas la fréquence, la durée et l'étendue des inondations.

ART. III. Les bassins et canaux, et en général tous les lieux où existeront des dépôts de minérai impur ou de terres à mines, devront être garantis par des empalemens et par des digues, s'il en est besoin, de l'accès de toute eau courante, qui ne servirait pas directement au lavage.

ART. IV. Les eaux du lavage ne pourront être rendues à leur lit naturel qu'après avoir été complétement clarifiées par leur filtration au travers d'une digue en gazon, construite suivant les procédés de l'impétrant. Leur niveau ne s'élèvera jamais à moins de deux décimètres en contre-bas du sommet de la digue.

ART. V. Les dimensions des digues pour chaque lavoir ne pourront avoir moins de trente-cinq mètres de lon-

gueur sur un mètre cinquante centimètres de hauteur, un mètre de largeur à sa partie supérieure, avec des talus d'un mètre et demi de base pour un mètre de hauteur.

Art. VI. Les inconvéniens qui pourraient résulter du procédé de purification des eaux constitueront de véritables contraventions. Ils pourront, de même que les infractions aux conditions prescrites et aux lois, ordonnances et réglemens intervenus et à intervenir sur les usines et sur les cours d'eau, entraîner la révocation de la permission, indépendamment des indemnités et de toutes autres peines de droit.

Art. VII. Les maires et adjoints sont spécialement chargés de veiller et de faire veiller à l'exécution des présentes dispositions. Les contraventions seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police. Les procès-verbaux seront immédiatement transmis au Préfet.

Art. XIV. Les travaux hydrauliques relatifs à la construction desdits lavoirs seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur des ponts et chaussées, qui, après leur achèvement, en dressera procès-verbal, dont expédition sera déposée aux archives de la commune et à la préfecture du département. Dans ce procès-verbal, l'ingénieur rapportera à des repères fixes et invariables les diverses hauteurs et niveaux d'eau mentionnés dans la présente, et il constatera les chutes d'eau dont le sieur Bertrand-Geoffroy pourra jouir. Il sera donné avis du dépôt du procès-verbal à notre conseiller d'état, Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Art. XV. Les travaux relatifs aux dimensions et à l'emplacement des digues filtrantes, spécifiées dans l'article 5 ci-dessus, seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur des mines, qui en dressera procès-verbal comme il est dit en l'article précédent.

Patouillet pour le minérai de fer de Villotte.

ORDONNANCE du 28 août 1827, portant autorisation de conserver et de tenir en activité un patouillet pour le lavage du minérai de fer, en la commune de Villotte (Côte-d'Or).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. La dame Antoinette-Denise-Anne-Rosalie Morel, épouse du sieur de Saint-Belin, est autorisée à tenir et conserver en activité le patouillet pour le lavage du minérai de fer existant sur la rivière d'Ource, commune de Villotte, département de la Côte-d'Or.

ART. II. Ce patouillet devra rester établi conformément aux deux plans produits à l'appui de la demande, lesquels resteront annexés à la présente.

ART. III. L'impétrante sera tenue d'établir un bassin pour épurer les eaux qui auront servi au lavage du minérai. Ce bassin, dont la longueur ne pourra être moindre de trente mètres, la largeur de dix et la profondeur d'un mètre et demi, sera placé et construit aux points E et F du plan des lieux, et les eaux venant de la maye du patouillet seront introduites immédiatement dans ledit bassin, pour n'en sortir que par un déversoir de superficie, et après toutefois y être restées en stagnation et y avoir déposé toutes les matières qu'elles tiendraient en suspension. Ce déversoir sera construit au point F, et son sommet, qui ne sera jamais submersible lors des crues de la rivière d'Ource, sera établi à un mètre trente centimètres au-dessus du fond.

ART. IV. Le bassin ci-dessus prescrit sera curé chaque fois qu'il sera aux deux tiers plein, et, à cet effet, il sera pratiqué, à cinquante centimètres en contre-bas du sommet du glacis, un tuyau de fuite des eaux, ayant au plus dix centimètres de diamètre, dont l'entrée sera fermée par une vanne, qu'on ouvrira lorsque, pour vider le bassin, on voudra en faire sortir les eaux après qu'elles auront déposé leur limon.

Les bords du bassin seront élevés de vingt-cinq à trente centimètres au-dessus de son glacis.

La pente, depuis le seuil-gravier établi sous la vanne qui donne l'eau au patouillet jusqu'aux points E, F, où sera creusé le bassin de dépôt, sera de soixante-trois centimètres.

Art. V. L'exécution des conditions prescrites par l'article précédent est confiée à la surveillance des autorités locales, et l'impétrante sera passible de tous les dommages provenant de non-curage de son bassin.

Art. VI. Si, dans la suite, le patouillet dont il s'agit servait à laver annuellement plus de cinq mille quintaux métriques de minérai, l'impétrante sera tenue d'établir un second bassin, ou d'augmenter la dimension de celui qui sera établi en vertu de la présente permission.

Mine de plomb de Rieupeyroux.

Ordonnance du 1er. septembre 1827, portant concession d'une mine de plomb sulfuré sise à Rieupeyroux (Aveyron).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait concession aux sieurs Milhet, Jean-Charles-Guillaume-Marie Soulié, Pierre-François-Gaspard Soulié, Rolland père et fils, Delpech et Olier, d'une mine de plomb sulfuré sise dans les communes de Rieupeyroux et de la Bastide-Levêque, arrondissement de Villefranche, département de l'Aveyron, sur une étendue de soixante et un hectares.

Cette concession est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, par quatre lignes droites menées :

La première, du point le plus occidental du hameau de Négrefol au point le plus septentrional du hameau de Laval ;

La deuxième, de ce dernier point au point le plus oriental du hameau de Treyrac ;

La troisième, de ce dernier point au confluent du ruisseau de Négrefol avec l'Aveyron ;

La quatrième, de ce dernier point au point le plus occidental du hameau de Négrefol, point de départ.

Art. II. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de la présente ordonnance, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites à la concession où cette mesure sera reconnue nécessaire. L'opération aura lieu aux frais des concessionnaires, à la diligence du Préfet et en présence de l'ingénieur des mines, qui en dressera procès-verbal.

Ce procès-verbal sera déposé à la préfecture du département et aux archives des communes de Rieupeyroux et de la Bastide-Lévêque.

Art. VI. Les concessionnaires seront tenus d'exploiter de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, ni la conservation de la mine, ainsi que les besoins des consommateurs. Ils se conformeront en conséquence aux instructions qui leur seront données par l'Administration et par les ingénieurs des mines du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance de leurs travaux pourront donner lieu, ainsi qu'aux conditions spéciales ci-après déterminées.

Art. VII. Les divers filons existant dans l'enceinte de la concession seront reconnus à l'aide d'une ou de plusieurs galeries, creusées perpendiculairement à la direction de ces mêmes filons, et disposées de telle sorte qu'elles puissent servir à-la-fois à l'extraction des minérais et à l'écoulement des eaux.

Art. VIII. Le tracé desdites galeries et le genre de travaux à pratiquer pour l'exploitation de chacun des gîtes de minérai qu'elles auront fait reconnaître seront déterminés par le Préfet, sur la proposition des concessionnaires et le rapport des ingénieurs des mines.

Art. IX. A cet effet, les concessionnaires adresseront au Préfet, dans le délai qui sera fixé par lui, un mémoire indicatif du système d'aménagement et d'exploitation qu'ils se proposent de suivre, en ayant égard à ce qui est prescrit en l'article VII ci-dessus. Ce mémoire devra être accompa-

gné de plans et de coupes dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres.

Art. X. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le Préfet autorisera l'exécution du projet de travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énumérés dans le titre 5 de la loi du 21 avril 1810, ainsi que dans les titres 2 et 3 du décret du 3 janvier 1813, et si ce projet assure aux mines une exploitation régulière et durable. Dans le cas contraire, le Préfet apportera au projet les modifications nécessaires avant d'en autoriser l'exécution, sauf recours, s'il y a lieu, pardevant notre Ministre de l'intérieur.

Art. XI. Si, par suite, on vient à reconnaître qu'il est nécessaire de changer ou modifier le mode de travaux déterminé conformément aux articles précédens, il y sera pourvu de la manière indiquée auxdits articles, sur la proposition des concessionnaires ou des ingénieurs des mines, et, dans tous les cas, après que les uns et les autres auront été entendus.

Art. XII. Chaque année, dans le courant de janvier, les concessionnaires adresseront au Préfet les plans et coupes des travaux exécutés pendant l'année précédente. Ces plans, dressés suivant ce qui est indiqué en l'article 9 ci-dessus, seront rattachés au plan général, après vérification faite par l'ingénieur des mines.

En cas d'inexécution de cette clause ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés et dressés d'office aux frais des exploitans.

Art. XV. Si les concessionnaires exploitaient sans avoir préalablement satisfait aux obligations qui leur sont imposées par l'article IX ci-dessus, et s'ils ne se conformaient pas au plan de travaux qui aura été adopté par le Préfet, leur exploitation sera regardée comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu en exécution de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810. En conséquence, dans l'un ou l'autre de ces cas, la contravention ayant été constatée par un procès-verbal de l'ingénieur, la mine sera soumise à une surveillance spéciale, et il sera placé, aux frais des

concessionnaires, un garde-mine ou tout autre préposé, nommé par le Préfet à l'effet de lui rendre un compte journalier des travaux et de proposer telle mesure qu'il jugera nécessaire. Le Préfet pourra aussi ordonner l'exécution des travaux reconnus nécessaires à la sûreté publique ou à la conservation de la mine, ou la suppression ou l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf à en rendre compte immédiatement au Ministre de l'intérieur.

Art. XVI. Les frais auxquels donnera lieu l'exécution de l'article précédent seront réglés par le Préfet et rendus par lui exécutoires, et le recouvrement en sera poursuivi comme il est prescrit en matière de grande voirie. Les réclamations qui auraient lieu seront portées devant le conseil de préfecture.

Mine de houille de Pierre-Châtel et de St.-Théoffrey.

Ordonnance du 1er. septembre 1827, portant réduction de l'étendue de la concession des mines de houille de Pierre-Châtel et de Saint-Théoffrey (Isère).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Conformément à la demande en réduction du périmètre des mines de houille de Pierre-Châtel et Saint-Théoffrey, département de l'Isère, formée par le sieur Pellafol, en sa qualité de cessionnaire subrogé à tous les droits du sieur Froment, concessionnaire desdites mines, ladite concession est réduite à deux kilomètres carrés.

Art. II. Cette concession, ainsi réduite, restera et demeurera limitée conformément au plan joint à la présente ordonnance, savoir :

A l'est, par deux lignes droites, la première partant du petit pont ou aqueduc qui traverse la grande route de Grenoble à Briançon, allant aboutir à la pointe du plus bas rocher du Frainoux, qui est au nord de la Grande-Combe ; la seconde par une autre ligne partant de ce point et se dirigeant sur le clocher de Saint-Théoffrey ;

Au nord-ouest, par une ligne droite partant dudit clocher jusqu'à la crête de la montagne vers le sommet D de la Grande-Combe, qui sert de limites entre les communes de Pierre-Châtel et de Saint-Théoffrey ;

A l'ouest, par la crête de la montagne, qui sert de limites en cette partie à la commune de Lamotte d'Aveillans, jusqu'au sommet de la Combe-Girarde, qui est à la vue de l'église de Pierre-Châtel;

Enfin, au midi, par une ligne droite partant du sommet de la Combe ci-dessus jusqu'au point de départ.

Art. III. Le concessionnaire sera tenu de se conformer exactement aux clauses et conditions du cahier de charges, arrêté en conseil général des mines et approuvé par notre Directeur général des ponts et chaussées et des mines. Ce cahier de charges demeurera annexé à la présente ordonnance, qui sera publiée et affichée, aux frais de l'impétrant, dans toutes les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Ordonnance du 21 septembre 1827, portant que le sieur Poilly *est autorisé à construire dans la commune de Berry-au-Bac* (Aisne), *une verrerie pour la fabrication des bouteilles, et que dans cette verrerie, qui sera composée de quatre fours contenant chacun six pots, l'impétrant ne pourra employer pour combustible que de la houille, ainsi qu'il s'y est engagé.* Verrerie de Berry-au-Bac.

Ordonnance du 21 septembre 1827, portant que le sieur Christophe-Merian Hoffmann *est autorisé à établir une verrerie à un four à Diedendorff* (Bas-Rhin). Verrerie de Diedendorff.

Lavoirs pour le minérai de fer de Percey-le-Grand.

Ordonnance du 21 septembre 1827, portant autorisation d'établir quatre lavoirs à bras pour le minérai de fer, en la commune de Percey-le-Grand (Haute-Saône).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Le sieur Legrand est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras pour le lavage du minérai de fer dans sa propriété, sise sur le cours de la fontaine qui prend naissance au lieu dit au bout du pont, commune de Percey-le-Grand (Haute-Saône).

Art. II. L'extrémité d'amont du fond du premier lavoir sera établie à dix centimètres en contre-bas du niveau de la surface de l'eau de ladite fontaine, et l'extrémité d'aval du fond du quatrième lavoir à quarante centimètres en contre-bas du même niveau.

Art. III. L'impétrant sera tenu de faire creuser à la suite de ses lavoirs un récipient ou bassin, pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant du lavage du minérai. Ce bassin aura soixante-quinze mètres de longueur sur cinq mètres de largeur. Son fond sera horizontal et à un mètre trente-cinq centimètres en contre-bas du dessus du déversoir, par lequel l'eau sera rendue à son cours naturel. Ce déversoir sera muni d'une vanne de décharge, qui ne sera ouverte que pour le curage du bassin.

Art. IV. Ledit bassin sera curé à fond toutes les fois que le dépôt boueux s'élèvera jusqu'à trente-cinq centimètres de la surface de l'eau dans la partie d'amont de ce bassin. Les matières provenant du curage seront déposées de manière à ce qu'elles ne puissent jamais être entraînées par les eaux.

Art. V. Faute par l'impétrant de se conformer aux dispositions de l'article précédent, il y sera procédé d'office et à ses frais par les soins de l'autorité locale.

Art. VI. L'impétrant sera tenu à toutes les mesures que l'Administration pourra juger nécessaires pour garantir les propriétés riveraines des dégâts qui seraient causés par les boues provenant desdits lavoirs, dans le cas où les dispositions ci-dessus seraient reconnues insuffisantes.

Ordonnnace du 14 octobre 1827, qui autorise la dame Marie Martin, *veuve du sieur* Toustain, *à conserver et à tenir en activité l'usine à fer, dite* Forge-Neuve, *située commune de Meurac* (Haute-Vienne), *et composée de deux feux d'affinerie et d'un marteau, conformément aux plans joints à la présente ordonnance.* Usine à fer de Meurac.

Ordonnance du 21 octobre 1827, portant que le sieur Sauret, *propriétaire du moulin d'Hariol, est autorisé à convertir ce moulin, établi sur le cours de l'Augronne, commune de Valdajol* (Vosges), *en une taillanderie, sous la condition de ne pouvoir employer que de la tourbe ou de la houille, ou du charbon provenant de ces matières, dans ladite taillanderie, qui sera composée de deux feux, de deux marteaux et de quatre meules, qui seront mises en mouvement par la roue de l'ancien moulin; le tout conformément au plan de masse et de détails joint à la présente ordonnance.* Taillanderie de Valdajol.

Ordonnance du 3 novembre 1827, portant que le sieur Bouillanne-Colombe *est autorisé à établir une verrerie à Marseille* (Bouches-du-Rhône), *rue Piscatoris, n°. 16, dans un local dont il est propriétaire conjointement avec le sieur* du Quailard, *et que l'impétrant pourra consommer du bois comme combustible dans cette verrerie, spécialement destinée à la fabrication des bouteilles en verre blanc et de diverses sortes, et qui sera composée d'un four à cinq pots et d'un fourneau de calcination.* Verrerie de Marseille.

Verrerie de la Maison-Neuve.

Ordonnance du 11 novembre 1827, portant que le sieur Aubert *aîné et compagnie sont autorisés à augmenter la verrerie à bouteilles de la Maison-Neuve, dont ils sont propriétaires, dans la commune de Rozerieulles* (Moselle), *d'une verrerie à vitres, et que ladite verrerie sera composée de deux fours de fusion, de six pots chacun, qui seront mis alternativement en activité (le pot contenant soixante manchons), et d'un four d'étendage, dans lequel les impétrans pourront seulement, d'après leur demande, consommer du bois comme combustible.*

Verrerie de Couëron.

Ordonnance du 11 novembre 1827, portant que les sieurs Maugars *et* Lelardie de Laganry *sont autorisés à rétablir la verrerie de Couëron, commune de ce nom* (Loire-Inférieure), *et que, dans cette verrerie, composée de deux fours destinés à être mis alternativement en activité et huit fours de recuisson, les impétrans ne pourront consommer pour combustible que de la houille, conformément à l'engagement qu'ils ont pris.*

Verrerie du Tremblet.

Ordonnance du 11 novembre 1827, portant que le sieur Boc *est autorisé à conserver en activité la verrerie à verre blanc, qu'il possède au lieu du Tremblet, commune de Pompogne* (Lot-et-Garonne), *sous la condition qu'elle sera reportée à une distance de cent mètres au moins des propriétés voisines et qui n'appartiennent pas au sieur* Boc, *notamment de la grange où elle est établie en ce moment. L'impétrant pourra con-*

sommer du bois dans cette même verrerie, qui est et demeure composée d'un four de fusion, contenant sept creusets, renfermant chacun deux quintaux et demi de matière, et des ateliers accessoires.

Ordonnance du 11 novembre 1827, portant 1°. que le sieur de la Touche, *propriétaire de la verrerie de Rougemont, située dans la commune de Saint-Jean de Froidmental* (Loir-et-Cher), *est autorisé à ajouter à cette verrerie un second four, qui sera alimenté, comme le premier, par le combustible végétal; 2°. que ce second four, contenant six creusets, pourra être mis et tenu en activité simultanément avec le premier, déjà autorisé en 1808, qui contient huit creusets; 3°. que ce second four, ainsi que le premier, seront accompagnés des ateliers accessoires nécessaires à l'exploitation de la verrerie.*

Verrerie de Rougemont.

Ordonnance du 11 novembre 1827, portant concession d'une mine de houille dans la commune d'Huez (Isère).

Mines de houille d'Huez.

(Extrait).

Charles, etc, etc., etc.

Art. Ier. Il est fait aux sieurs Giraud, Rostaing et Émieux concession d'une mine de houille existant dans la commune d'Huez, département de l'Isère.

Art. II. Cette concession sera renfermée dans un espace rectangulaire, ayant cent soixante-cinq hectares vingt-six ares de surface, conformément au plan joint à la présente ordonnance, et limitée ainsi qu'il suit :

Au sud, par une ligne de treize cent quatre-vingts mètres de longueur, partant du point marqué L sur le sentier qui va du rocher de Lerpi en G à la commune d'Huez, et

à une distance de mille quatre-vingts mètres de ce rocher, et aboutissant au point M dans la Combe-de-Chave, à une distance de sept cent quatre-vingt-dix mètres du rocher de Lerpi;

A l'est, par une ligne perpendiculaire sur la première, partant du point d'intersection M, ayant douze cent soixante-dix mètres de longueur et aboutissant au point P;

Au nord, de l'extrémité P de la ligne précédente, qui sera fixée par une borne, par une autre ligne qui lui sera perpendiculaire, et qui aura treize cent quatre-vingts mètres de longueur, jusqu'au point O;

A l'ouest, par une quatrième ligne perpendiculaire à la précédente et partant de son extrémité O; elle aura douze cent soixante-dix mètres de longueur et viendra aboutir au point L, point de départ.

Art. VII. Ils se conformeront exactement au cahier des charges qui a été souscrit par eux, le 12 août 1827, et qui demeurera annexé à la présente ordonnance.

Art. IX. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le Préfet assignera aux concessionnaires un délai de rigueur, qui ne pourra excéder six mois, et faute par les concessionnaires de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre Ministre de l'intérieur, qui nous proposera, s'il y a lieu, dans la forme des réglemens d'administration publique, la révocation de la présente concession, sous toute réserve des droits des tiers.

Extrait du cahier des charges pour la concession des mines de houille d'Huez.

Art. Ier. Les concessionnaires ouvriront une galerie au point A du plan, haute d'un mètre soixante-dix-neuf centimètres et large d'un mètre quatorze centimètres, suivant la direction de la couche. Elle sera solidement boisée comme devant servir de galerie d'écoulement, de transport et d'airage.

Art. II. Tous les vingt mètres, on poussera à droite et à gauche des galeries de traverse perpendiculairement à la

galerie principale, pour reconnaître la puissance du gîte et son allure. Ces galeries seront aussi solidement boisées.

Art. III. Lorsque le gîte de houille aura été plus complétement connu, au moyen des travaux prescrits par les deux articles précédens, les concessionnaires adresseront au Préfet du département les plans et coupes de ces travaux et de ceux qu'ils se proposent de faire ; sur le vu de ces pièces et sur le rapport de l'ingénieur des mines, le Préfet autorisera l'exécution du projet de travaux, s'il ne peut en résulter aucun danger pour les ouvriers ou les habitans, et s'ils ne peuvent nuire au bon aménagement de la mine. Dans le cas contraire, le Préfet apportera au projet les modifications nécessaires pour éviter ces inconvéniens; le tout sauf recours, s'il y a lieu, de la part des concessionnaires, pardevant le Ministre de l'intérieur.

Art. IV. Les concessionnaires déposeront à la préfecture et au bureau de l'ingénieur des mines, annuellement, les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année, sur l'échelle d'un millimètre pour mètre.

En cas d'inexécution de cette mesure ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés d'office aux frais des exploitans.

Art. V. Les concessionnaires livreront aux habitans de la commune d'Huez la houille nécessaire à leur chauffage, à un prix qui sera réglé par l'Administration, conformément à ce qui est prescrit pour les droits d'usage par les articles 628, 630 et 631 du Code civil, et par assimilation à ce que prescrit l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, pour les concessions de mines de fer.

Art. VI. Chaque année, le Préfet, après avoir entendu les concessionnaires et pris connaissance des données recueillies par le comité d'évaluation pour l'assiette de la redevance proportionnelle sur la concession d'Huez, déterminera, sur la proposition du conseil municipal et sur le rapport de l'ingénieur des mines,

1°. La liste des usagers et la quantité de houille à laquelle chacun d'eux aura droit;

2°. Le prix auquel la houille devra être vendue auxdits usagers ; ce prix sera calculé à un dixième en sus du prix d'extraction.

Mines de fer de Montbazens, Lugan et Roussenac.

ORDONNANCE du 6 décembre 1827, portant concession des mines de fer existant dans plusieurs communes du département de l'Aveyron.

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I. Il est fait au duc Decazes concession des mines de fer existant dans les communes de Montbazens, Lugan et Roussenac, département de l'Aveyron, sur une superficie de six kilomètres carrés quatre-vingt-sept hectares, conformément au plan qui restera joint à la présente ordonnance.

ART. II. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit :

Au sud, par une ligne droite joignant le clocher de Roussenac et l'angle nord-ouest de la principale maison du Mas-de-Lettes ;

Au sud-ouest, par une ligne droite partant de ce dernier point et allant à l'angle nord-ouest de la principale maison du hameau de Fargal ;

A l'ouest, par une ligne droite partant de ce dernier point et aboutissant à l'angle est de la plus haute maison de la Cazayzie ;

Au nord-ouest, d'abord par une ligne droite partant de ce dernier point et aboutissant au clocher de Montbazens, puis par une deuxième ligne droite partant du clocher de Montbazens et allant à l'angle sud-est de la principale maison du Cayron ; enfin, par une troisième ligne droite joignant ce dernier point et le milieu de la façade est de la grange du Cabelat ;

A l'est, par une ligne droite partant de ce dernier point, passant à l'angle sud-est de la principale habitation du Mas-de-Cornes et terminée au clocher de Roussenac, point de départ.

ART. III. Dans les trois mois qui suivront la notification de la présente, il sera placé, aux frais du concessionnaire, à la diligence du Préfet et en présence de l'ingénieur des mines, des bornes sur les points servant de limites à la concession, où cette mesure sera reconnue nécessaire. Procès-verbal de cette opération sera dressé par l'ingénieur et déposé à la préfecture du département.

ART. IV. Le concessionnaire sera tenu d'exécuter les

conventions particulières qu'il a faites avec les propriétaires du sol ; à défaut de conventions particulières, il paiera aux propriétaires des terrains compris dans la concession une rente annuelle de dix centimes par hectare, conformément aux articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810.

Art. V. Il paiera en outre aux propriétaires de la surface les indemnités voulues par les articles 43 et 44 de la même loi, relativement aux dégâts et non-jouissance des terrains occasionés par l'exploitation.

Art. VI. Le concessionnaire paiera à l'État les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810 et par le décret du 6 mai suivant.

Art. VII. Le mode de travaux d'exploitation sera déterminé par le Préfet, sur la proposition du concessionnaire et sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. VIII. A cet effet, le concessionnaire adressera au Préfet, dans le délai qui lui sera indiqué par lui, les plans et coupes de ses mines, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés d'un mémoire indiquant le mode circonstancié des travaux que le concessionnaire se proposera d'entreprendre.

L'indication du mode des travaux sera aussi tracée sur plans et coupes.

Art. IX. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le Préfet autorisera l'exécution du projet de travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés dans le titre 5 de la loi du 21 avril 1810 et les titres 2 et 3 du décret du 3 janvier 1813, et si le projet assure aux mines une exploitation régulière et durable. Dans le cas contraire, le Préfet apportera au projet les modifications nécessaires, avant d'en autoriser l'exécution, sauf recours, s'il y a lieu, pardevant le Ministre de l'intérieur.

Art. X. Si, par la suite, on vient à reconnaître qu'il est nécessaire de changer ou modifier le mode de travaux déterminé conformément aux articles précédens, ou d'exploiter à un niveau inférieur à celui de la vallée, il y sera pourvu de la manière indiquée auxdits articles, sur la proposition du concessionnaire ou des ingénieurs des mines, et, dans tous les cas, après que les uns et les autres auront été entendus.

Art. XI. Chaque année, dans le courant de janvier, le concessionnaire adressera au Préfet les plans et coupes, dressés sur la même échelle d'un millimètre pour mètre, des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente, pour être rattachés au plan général, après vérification faite par l'ingénieur. En cas d'inexécution de cette mesure ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés et dressés d'office aux frais des exploitans.

Art. XII. Indépendamment des plans de ses travaux, le concessionnaire tiendra constamment en ordre, en exécution des réglemens des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813,

1°. Un registre de contrôle de ses ouvriers;

2°. Un registre constatant l'avancement des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir;

3°. Un registre d'extraction et de vente.

Il adressera en outre au Préfet, tous les ans, et au Directeur général des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié des ouvriers employés par lui et du produit de ses exploitations.

Art. XIII. Le concessionnaire sera tenu d'exploiter de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers ou la conservation de la mine, et à satisfaire aux besoins des consommateurs.

Il se conformera en conséquence aux instructions qui lui seront données par l'Administration et par les ingénieurs des mines du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des travaux pourront donner lieu.

Art. XIV. En exécution de l'article 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses mines qu'à un individu qui aura justifié des facultés nécessaires pour bien conduire les travaux. Conformément à l'article 25 du décret du 3 janvier 1813, il ne pourra employer, en qualité de maîtres-mineurs ou chefs d'ateliers, que des individus qui auront travaillé au moins pendant trois ans dans les mines, comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, ou des élèves de l'École des mineurs de Saint-Étienne, ayant achevé leurs cours d'études et pourvus d'un brevet du Directeur général des mines.

Art. XV. Si le concessionnaire n'adresse pas au Préfet,

dans le délai prescrit, les plans, coupes et mémoires explicatifs relatifs au mode de travaux qu'il se propose de suivre pour l'exploitation ; enfin, s'il ne suit pas le plan des travaux tel qu'il aura été adopté par le Préfet, son exploitation sera regardée comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu, en exécution de l'art. 50 de la loi du 21 avril 1810; en conséquence, dans l'un et l'autre cas, la contravention ayant été constatée par un procès-verbal de l'ingénieur, la mine sera mise en surveillance spéciale, et il y sera placé, aux frais du concessionnaire, un garde-mine ou tout autre préposé nommé par le Préfet, à l'effet de lui rendre un compte journalier de l'état des travaux et de proposer telle mesure qu'il jugera nécessaire. Le Préfet pourra aussi ordonner l'exécution des travaux reconnus nécessaires à la sûreté publique et à la conservation de la mine, ou la suspension ou l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf à en rendre compte immédiatement à notre Ministre de l'intérieur.

Art. XVI. Les frais auxquels donnera lieu l'application de l'article précédent seront réglés en conseil de Préfecture, et le remboursement en sera poursuivi comme il est prescrit en matière de grande voirie.

Art. XVII. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des mines, en exécution des articles 47, 49 et 50 de la loi du 21 avril 1810 et du titre 2 du réglement du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise d'une manière quelconque par le concessionnaire, soit à un autre individu, soit à une Société. Le cas échéant, le titulaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par l'acte de concession.

Art. XVIII. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le Préfet assignera au concessionnaire un délai de rigueur, qui ne pourra excéder six mois, et faute par ledit concessionnaire de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre Ministre de l'intérieur, qui nous proposera, s'il y a lieu, dans la

forme des réglemens d'administration publique, la révocation de la concession, sous toutes réserves des droits des tiers.

Art. XIX. Le concessionnaire ne pourra abandonner aucune partie des ouvrages souterrains sans en avoir prévenu le Préfet, au moins trois mois à l'avance, pour l'exécution des articles 8 et 9 du décret du 3 janvier 1813.

Art. XX. Si le concessionnaire voulait renoncer à sa concession, il devra en prévenir le Préfet, par pétition régulière, au moins six mois à l'avance, afin qu'il soit pris les mesures convenables, soit pour la conservation des droits des tiers, par la publication qui sera donnée à cette demande, soit pour la reconnaissance et la conservation, ou, s'il y a lieu, l'abandon définitif des travaux.

Art. XXI. La présente ordonnance sera publiée et affichée aux frais du concessionnaire dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. XXII. Nos Ministres Secrétaires d'état de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée par extrait au Bulletin des lois.

NOTICE

SUR

Les Volcans éteints des environs d'Olot en Catalogne;

Par M. DEBILLY, Ingénieur au Corps royal des Mines.

§ 1. *Position géographique.* — Le terrain volcanique qui fait le sujet de cette notice est situé sur le revers sud-est des Pyrénées; il serait sans doute aussi bien connu que les volcans de l'Auvergne et du Vivarais, si les guerres qui, pendant long-temps, ont désolé la Catalogne avaient permis d'y pénétrer. La tranquillité s'y trouvant rétablie en 1826, il devint facile de la parcourir.

M. de Herrgen et M. l'abbé Pourret s'étaient déjà occupés des volcans de la Catalogne vers la fin du siècle dernier (1); plus tard, le docteur Bolos, pharmacien d'Olot, plein d'instruction et de zèle pour l'étude des sciences naturelles, publia un mémoire plus étendu sur ce sujet. Ce travail étant peu connu et incomplet sous plusieurs rapports, nous avons jugé utile de décrire ce que nous

(1) M. Maclure et M. Palassou ont également écrit sur les volcans éteints de la Catalogne, le premier dans le *Journal de Physique* (mars 1808), volume 66, p. 219, et le second dans ses *Nouveaux Mémoires pour servir à l'histoire des Pyrénées*, p. 91 et suiv. (Pau, novembre 1823.) Le travail de M. Palassou renferme les observations principales de M. l'abbé Pourret. (*Note de l'un des Rédacteurs des Annales*, M.r Cordier.)

avons vu. Nous sommes redevable de beaucoup de renseignemens à l'obligeance de M. Bolos : ses indications et son mémoire nous ont servi de guide.

Olot est une des villes les plus industrieuses de la Catalogne ; elle est sur le revers sud de la chaîne des Pyrénées, à 42 degrés 12 minutes de latitude nord et à 3 minutes est de longitude. Sa situation est agréable et avantageuse : construite sur la pente méridionale d'une colline volcanique, le Montsacopa, elle domine la plus grande partie d'un bassin très-fertile, auquel une végétation active et beaucoup de mouvemens dans le terrain donnent un aspect varié et agréable. Des champs bien cultivés, de beaux arbres, deux petites rivières, la Ridaure, et la Fluvia qui baigne la partie basse de la ville; une enceinte de montagnes, la plupart bien boisées, et dont quelques-unes, plus nues, s'élèvent à une assez grande hauteur, ajoutent à l'agrément du paysage et contribuent au bien-être des habitans de cette contrée.

Dans quelques points seulement, de grands amas de laves cachent la surface du sol et rappellent les cherres de l'Auvergne. Nous citerons comme exemple une plaine assez étendue, à une lieue au sud de la ville, et dont une partie, couverte d'arbres et de broussailles, lui a fait donner le nom de *Bois de Tosca*. La couleur sombre et l'irrégularité des formes de ces laves contrastent avec les terres cultivées qui les entourent ; leur aspect est triste ; elles portent l'empreinte de la stérilité et de la dévastation.

La plus importante des deux rivières, la Fluvia,

prend sa source au pied de la montagne de Ste-Madeleine, à 2 lieues sud-ouest d'Olot ; elle se dirige en général du sud-ouest au nord-est, en traversant le bassin dans le sens de sa plus grande dimension ; dès qu'elle rencontre les montagnes, elle fait une inflexion vers l'orient et se dirige sur Castelfollit.

La Ridaure naît à l'ouest de la ville, près d'un village qui lui donne son nom. Elle coule d'abord vers le sud-ouest, ensuite elle se détourne en suivant le pied des montagnes qui forment la partie septentrionale de l'enceinte et se jette dans la Fluvia près de Saint-Jean. La première est une véritable rivière, la Ridaure n'est qu'un torrent presque sans eau pendant les temps de sécheresse, mais qui devient dangereux quand les pluies le grossissent. De nombreuses sources, dont les eaux fraîches, pures et limpides, sont renommées dans toute la Catalogne, arrosent cette contrée. Elles doivent une partie de ces propriétés à ce qu'elles filtrent au travers de petits fragmens de lave où elles déposent les corps qu'elles pourraient tenir en suspension et où elles ne dissolvent aucune substance étrangère. Suivant le docteur Bolos, on n'y trouve qu'un peu de muriate de chaux et de soude. Elles sourdent à la séparation du terrain volcanique et du terrain tertiaire, et rappellent les belles eaux de Royat près Clermont ; plusieurs de ces sources, en se réunissant, forment des ruisseaux assez considérables, qui portent leurs eaux dans la Fluvia.

Le bassin d'Olot est entouré de tous côtés par des montagnes de hauteur moyenne, les principales sont : au sud, les montagnes del Corp ; à l'ouest,

celle de Sainte-Madeleine, qui, d'une part, se lie aux précédentes, et, de l'autre, tient aux montagnes de Ridaure et de l'Hostalet : celles-ci se rattachent à la chaîne principale, font une inflexion vers l'orient et bornent le bassin du côté du nord. Enfin, vers l'est, on trouve un chaînon allant du midi au septentrion, et dont la montagne de Batet fait partie. La surface comprise dans les limites que nous venons d'indiquer a au moins 3 lieues de longueur du nord-est au sud-ouest et près de 2 lieues de largeur à la hauteur d'Olot.

Toutes ces montagnes appartiennent à une formation moderne de grès et poudingues extrêmement développée sur les deux revers des Pyrénées-Orientales. Elle sera décrite avec détail dans un mémoire que M. Dufrénoy compte publier bientôt.

En général, les collines et les monticules situés dans le bassin d'Olot sont d'origine volcanique; il n'y a que peu d'exceptions : ce sont la Costa de Pujau et une suite de petites hauteurs à l'ouest de Montolivet, qui paraissent dépendre des montagnes de Ridaure.

Ces exceptions appartiennent à la formation de grès et poudingues.

§ 2. *Généralités.* — Les volcans de la Catalogne doivent être rangés dans la classe des volcans éteints modernes ; l'état de leurs cratères, la nature et les caractères des laves qu'ils ont produites, sont ceux que nous observons dans la chaîne des Puys en Auvergne.

Plusieurs personnes ont rapporté l'époque de leur embrasement aux temps historiques et même

à des temps assez modernes ; mais la tradition populaire n'en a conservé aucune trace, et parmi les vestiges des anciens volcans il n'est rien qui puisse faire adopter cette opinion. Il nous a semblé qu'elle devait son origine au souvenir de violens tremblemens de terre, dont l'existence ne saurait être contestée, et qui, à plusieurs reprises, ont désolé le nord-est de l'Espagne, en ravageant et en renversant même un assez grand nombre de villages et de villes.

Divers auteurs et des écrits dignes de foi parlent de ces bouleversemens comme de faits certains ; ils font remonter les dernières catastrophes à la première moitié du quinzième siècle.

Ainsi, le P. Mariana, dans son *Histoire d'Espagne,* dit : « En ce temps-là (1420) toute la terre » tremblait et rugissait en Catalogne, depuis » Tortose jusqu'à Perpignan. Il y avait près de » Girone une ville nommée Amer, où s'ouvri- » rent deux bouches de feu. D'une autre ouver- » ture voisine de celles du feu, il sortait une eau » noire, qui, à une demi-lieue plus loin, allait » se jeter dans un ruisseau. La ville fut détruite » et les poissons de ce ruisseau périrent; l'odeur de » l'eau était si mauvaise, que les oiseaux battaient » des ailes quand ils passaient au-dessus, etc. »

Ferreras, dans son *Histoire générale d'Espagne,* parle d'événemens du même genre.

« Le 18 décembre 1395, il y eut dans le royau- » me de Valence et à Tortose de grands trem- » blemens, qui durèrent depuis neuf heures du » matin jusqu'à quatre heures du soir. Plusieurs » tours, églises et édifices furent renversés, et le » monastère de Valdigna fut entièrement détruit.

» A Alcira, deux fontaines donnèrent de l'eau
» puante et de couleur de cendre. »

Un écrit authentique, conservé à l'hôtel de ville d'Olot, s'exprime en ces termes :

« En 1421, trois bouches de feu (*bocas de fue-*
» *go*) s'ouvrirent dans le bois de Tosca pendant
» la nuit et s'éteignirent immédiatement. »

D'après un ancien manuscrit en langue catalane, appartenant au comte Sarriera de Gerona, les derniers tremblemens de terre eurent lieu le 15 mai 1427 et le 2 février 1428. Le premier ravagea les villes d'Olot, de Castelfollit, de Ridaure, de Santapau de Mallol; il ne laissa pas subsister une seule maison du village de Bas. Le second fut encore plus étendu ; il détruisit une seconde fois Castelfollit, Olot, et tout ce qui était dans la vallée de Biagna; il renversa la Réal, Camprodon, Puycerda et beaucoup de villages.

Enfin, on trouve dans le livre des *Priviléges de la ville d'Olot*, page 35, une concession du roi D. Alonzo, datée du 30 septembre 1427, où il est dit que la ville d'Olot ayant été ruinée et complétement détruite par trois terribles tremblemens de terre, le roi donne permission à ses habitans de la reconstruire sur son ancien territoire ou sur tout autre qui leur plaira.

Plusieurs faits matériels viennent à l'appui de ces documens historiques : ce sont des vestiges d'anciennes constructions trouvés sous le sol actuel de la ville d'Olot, et une inscription latine mise au-dessus de la porte d'une maison dite *la casa de Germà*, qui fut épargnée par le dernier tremblement de terre; cette inscription est conçue en ces termes : « *Mansi, remansi super vete-*

» *rem villam.* » Olot est donc construit sur l'emplacement de l'ancienne ville.

Les villes détruites, telles qu'Amer, Castelfollit, etc., ont été rebâties ; on ne cite qu'une seule exception, elle est bien douteuse. Plusieurs auteurs prétendent qu'à la place du bois de Tosca il existait autrefois une ville, grande et puissante, nommée Basea, qui fut entièrement renversée à une époque qu'ils ne fixent pas.

D'après les documens cités, on ne peut douter que le nord de la Catalogne n'ait éprouvé de fortes commotions dans un temps assez rapproché du nôtre ; mais on ne connaît rien qui fasse croire à des coulées plus modernes que celles des autres volcans de la même classe : aucun fait ne l'indique, aucun auteur ancien n'en parle ; il est bien plus naturel d'admettre que les volcans des environs d'Olot ont brûlé à des époques qui, toutes, sont antérieures à celles dont il est parlé dans l'histoire.

On pourrait cependant supposer deux époques d'éruption en voyant des laves poreuses et des laves très-compactes, sonores, dures à la manière des basaltes et contenant, comme ceux-ci, de petits noyaux de péridot olivine ; ces dernières, désignées dans le pays sous le nom de *piedra-ferral,* à cause de leur dureté et de leur couleur grise analogue à celle du fer, ne se voient qu'à la partie inférieure des coulées et forment quelquefois des escarpemens sur le bord des rivières. Leurs caractères minéralogiques et la division en prismes verticaux qu'elles présentent parfois d'une manière très-remarquable (Castelfollit) les ont fait prendre pour des basaltes ; elles se-

raient dues, d'après cela, à une première époque d'embrasement, bien distincte de celle qui a produit les laves poreuses ; mais nous ne pouvons adopter cette opinion, parce que les mêmes cratères paraissent avoir rejeté les unes et les autres: d'où il s'ensuit que si toutes ces déjections n'ont pas coulé en même temps, les plus compactes sont tout au plus le résultat de premières éruptions et n'appartiennent pas à un autre genre de volcans.

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, les cratères et les laves se présentent comme ceux de la chaîne des Puys. Rarement les laves sont en grandes masses ; ce sont des accumulations de blocs ou de fragmens dont la grosseur est très-variable ; à la surface du sol, on trouve des pouzzolanes plus ou moins fines ; quelques-unes sont décomposées ou en très-petits grains et leur mélange avec la terre végétale, comme dans la Limagne d'Auvergne, contribue à la fertilité du sol des environs d'Olot ; mais elles ne peuvent pas retenir ces eaux et la végétation y serait languissante, si de nombreuses sources et des pluies fréquentes ne remédiaient pas au défaut naturel du terrain.

Il n'y a aucune régularité dans la disposition de ces volcans, comme on peut le voir sur la carte jointe à cette notice (Pl. IV); les coulées de lave se sont dirigées tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

§ 3. *Des cratères.*—Les principaux cratères que nous avons observés sont le Montsacopa, le Montolivet, le Puig de la Garrinada, la Cot, la Cruscà et la Cot-Sainte-Marguerite ; on en trouve encore d'autres, mais d'une moindre im-

portance : tels sont, par exemple, les trois petits cratères de la montagne de Batet.

Nous avons déterminé les limites au-delà desquelles on ne trouve plus de traces de volcans, avec toute la précision que le temps nous a permis d'y mettre, les voici : vers le nord, c'est une ligne allant du sud-ouest au nord-est, passant au-dessus de Castelfollit, du Puig de la Garrinada et du Montsacopa ; elle est à-peu-près parallèle à une ligne qui joindrait les centres de ces deux cratères.

Du côté de l'occident, les limites sont d'une part la Ridaure et plus bas les confins du bois de Tosca.

Vers le midi, les laves s'arrêtent au pied des montagnes del Corp. A l'orient, on ne rencontre plus de substances volcaniques au-delà d'Argelaguer sur la Fluvia et du Sellent, village sur la route de Bagnolas.

Il ne nous a pas été possible d'assigner la limite vers le sud-est, parce que les laves s'étendent de ce côté-là plus loin qu'Amer, petit bourg à 5 lieues d'Olot. Il existe près d'Amer un terrain volcanique, que l'on dit fort bien caractérisé et que nous n'avons pas pu visiter.

Nous allons successivement décrire les cratères que nous avons indiqués plus haut.

§ 4. *Montsacopa.*—Le Montsacopa a beaucoup de ressemblance avec le Puy de Pariou en Auvergne ; sa forme générale est celle d'un cône tronqué à base circulaire ; vers le sud, elle est renflée à sa partie inférieure, ce qui lui donne de ce côté-là l'apparence d'un hémisphère. Son cratère, quoique peu profond, est encore assez

bien conservé pour qu'on le voie très-distinctement; il a les bords intacts. Suivant l'abbé Pourret, le Montsacopa a 160 mètres d'élévation et environ 400 de circonférence à sa base. D'après le docteur Bolos, le cratère a environ 145 mètres (170 varas) de diamètre à sa partie supérieure, et seulement 18 mètres (21 varas) de profondeur.

Autrefois, il était beaucoup plus profond; mais, cultivé depuis long-temps, il a été comblé en grande partie par l'effet de la culture et par les fragmens de laves et de terre végétale que les pluies ont détachés de ses pentes.

La surface de la montagne, y compris celle du cratère, est recouverte de matières volcaniques; ce sont des fragmens, en général assez petits, de laves poreuses, noires, brunes ou rougeâtres, quelquefois cachés sous un peu de terre végétale; on ne voit nulle part saillir les roches dont il est sans doute composé; seulement quelques ouvertures faites sur le revers méridional du Montsacopa pour en extraire des pouzzolanes permettent d'étudier la croûte extérieure jusqu'à 5 ou 6 pieds de profondeur.

Après une enveloppe très-mince de terre productive, on trouve une couche de quelques pouces d'épaisseur, formée de pouzzolanes aussi fines que du sable, d'un noir un peu jaunâtre et faiblement agrégées. Au-dessous, on rencontre des pouzzolanes beaucoup moins fines et nullement adhérentes entre elles; cette couche est plus épaisse que la première (1). Elle recouvre des

(1) Ces pouzzolanes sont identiques, pour la couleur et

fragmens de lave noire, tantôt poreuse, tantôt presque compacte, mêlés de pouzzolanes plus ou moins fines, et qui sont, dans quelques points de la masse, plus abondantes que dans d'autres. On peut dire en général que les fragmens y sont d'autant plus gros qu'ils sont placés plus avant dans la montagne. Il est probable, d'après ces observations, que l'on trouverait à une plus grande profondeur de grandes masses, ou au moins de gros blocs de lave.

La forme irrégulière de la base du Montsacopa vers le sud nous engage à croire que la coulée ou les coulées de ce cratère sont sorties par le revers méridional. Les laves compactes qui s'étendent jusqu'au bord de la Fluvia, et qui forment au sud-ouest d'Olot un escarpement d'environ 10 pieds de haut, nous confirment dans notre opinion. Ces laves sont coupées par des fentes qui donnent l'apparence d'une division en prismes verticaux peu réguliers; elles ressemblent, sous tous les rapports, aux laves d'où l'on voit sortir les belles sources de Royat près Clermont, que nous avons déjà citées; c'est la même couleur, la même dureté, la même cassure; ce sont les mêmes apparences extérieures.

Olot serait ainsi construit sur une partie de la coulée: les fondateurs de la ville dûrent préférer ce lieu à beaucoup d'autres, à cause de la proximité de la Fluvia, et parce que le Montsacopa est un abri contre la rigueur des vents du nord. On a pensé, à cause du peu d'altération des formes

la grosseur du grain, à celles que l'on exploite près d'Orcine entre Clermont et le Puy-de-Dôme.

du cratère, que ce volcan avait été un des derniers à s'éteindre; mais nous n'avons trouvé aucune raison valable pour admettre cette supposition.

A la surface du Montsacopa, l'état de désagrégation des laves est tel qu'il a permis de cultiver toute la surface, tant au dehors qu'au dedans du cratère.

§ 5. *Puig de la Garrinada.* — Le Puig de la Garrinada est à un petit quart de lieue au nord d'Olot; sa forme et ses dimensions sont à-peu-près celles du Montsacopa, dont la base est presque contiguë à la sienne. Il est seulement plus élevé; ses revers sont convexes et son cratère est déchiré jusqu'à la surface du sol. L'ouverture est du côté du sud-est; la coulée qui est sortie par là est facile à reconnaître, elle recouvre une étendue d'environ un quart de lieue de longueur et d'un demi-quart de lieue de largeur : sa limite vers le sud-est est la Fluvia, ou, si l'on veut, la montagne de Batet, dont le pied est baigné par cette rivière. On traverse la coulée du Puig de la Garrinada en allant d'Olot à Castelfollit. Ses laves sont en général cellulaires, de couleur foncée, à cassure luisante et assez dures. Quelques-unes de leurs cavités sont remplies de chaux carbonatée laminaire en petits amas informes ou en cristaux déterminés. La surface de la montagne présente des laves semblables à celles du Montsacopa.

On prétend que la plus grande partie des eaux du Montsacopa passent sous la ville et se jettent dans la Fluvia, car on n'y observe que bien peu de sources; elles sont près de sa base. Au Puig

de la Garrinada, il existe un puits au milieu du cratère, et une source très-abondante sort de la montagne au pied du revers septentrional. Presque toute la surface de ce volcan est aujourd'hui en culture.

§ 6. *Montolivet.* — Ce volcan, situé à trois quarts de lieue à l'ouest de la ville, touche une série de petites collines appartenant à ce terrain de grès et poudingues si abondant en Catalogne. Il est un peu plus haut que les deux précédens; sa forme, beaucoup moins régulière, est grossièrement arrondie de trois côtés; le bord du cratère est échancré vers le sud, et vers le nord la montagne est fendue jusqu'à sa base. Ce déchirement doit être attribué à une éruption dont la coulée recouvre une assez grande étendue de terrain au nord de la montagne; elle s'arrête à la Ridaure, rivière au-delà de laquelle on ne trouve plus le moindre indice de volcan.

Les laves de la surface de Montolivet sont en blocs ou en fragmens beaucoup plus volumineux que ceux du Montsacopa; les unes sont brunes et assez compactes, d'autres sont rougeâtres et spongieuses, il y en a de fort légères. Parmi les premières, on en observe qui contiennent du péridot olivine et des cristaux ou de petits amas de feldspath blanc vitreux. A la base de la montagne, on exploite des pouzzolanes rougeâtres et assez fines, qui forment sans doute une enveloppe, et sont semblables à celles de Graveneire en Auvergne.

La grosseur des débris de lave et le peu de terre végétale qui recouvrent Montolivet n'ont pas permis de le cultiver; aussi n'y voit-on que

des herbes, des broussailles et quelques arbustes.

§ 7. *Cratère de la Cruscà.* — La Cruscà est à environ une lieue sud-sud-est d'Olot ; c'est un des volcans les plus élevés des environs; sa hauteur est à-peu-près double de celle du Montsacopa. Vers le nord, il a la forme d'un cône tronqué ; vers le midi, il est fendu jusqu'à son pied (1) : c'est par cette large ouverture que se sont échappées les laves qui recouvrent aujourd'hui le bois de Tosca sur une étendue d'environ une lieue carrée. Le sol de cette plaine est extrêmement inégal; près de la Cruscà, les masses de lave forment de véritables monticules ; plus loin, ce ne sont plus que des amas, et ils diminuent de grandeur à mesure qu'ils sont plus loin du cratère. On pourrait expliquer cette singularité par une différence dans la fluidité des laves au commencement et à la fin de l'éruption ; car si ces déjections, un peu épaissies vers la fin de la coulée, ont rencontré un obstacle provenant d'une coulée précédente, ou même de la coulée du moment, elles s'y seront accumulées, et auront donné lieu à un amas bien plus considérable qu'elles ne l'auraient formé dans l'état de liquidité parfaite. D'autres ont attribué les inégalités du bois de Tosca à des bouleversemens causés par les tremblemens de terre dont nous avons fait mention.

La Cruscà offre des laves très-variées ; il y en a de noires, de grises, de brunes, de rougeâtres ; les unes sont assez compactes, d'autres caver-

(1) Les Puys de la Vache et de las Solas en Auvergne donnent une idée exacte de la forme de la Cruscà.

neuses ; il y en a de si poreuses et si légères qu'elles surnagent à l'eau. La surface du sol offre çà et là des pouzzolanes dont la couleur et la finesse varient beaucoup. Le cratère dont nous nous occupons ne peut être cultivé; il ne produit que des herbes et de petites broussailles.

La coulée du bois de Tosca a trouvé une barrière aux montagnes de grès dites la *Cingla del Corp*, qui forment la partie méridionale de l'enceinte du bassin d'Olot.

Les laves dont nous parlons entourent la Costa de Pujau, colline composée de couches bien stratifiées de grès calcaires compactes ; elle est environ à une lieue sud-sud-ouest de la ville.

On trouve dans le bois de Tosca à-peu-près tous les genres de laves poreuses que nous avons nommés en décrivant les cratères. Nous en avons vu quelques-unes contenant du feldspath vitreux, d'autres avec de petits cristaux ou de petits amas de chaux carbonatée, d'autres parsemées de points noirs brillans, semblables à du mica, etc. On en rencontre de nuances très-variées, dures ou friables, pesantes ou légères, compactes ou poreuses (1).

Une partie de cette plaine est couverte d'arbres et de broussailles qui cachent à peine ce que les monceaux irréguliers de lave ont de triste et même de hideux. Dans le reste du bois de Tosca, on a réussi, à force de soins et de travail, à débarrasser la terre végétale des pierres qui la cou-

---

(1) On trouvera plus de détails sur ces produits dans le paragraphe destiné à la description minéralogique des différentes laves.

vraient; celles-ci ont servi à faire des clôtures; la terre a été ensemencée, et aujourd'hui la beauté des arbres et la vigueur de la végétation annoncent que les fatigues du laboureur ne sont pas restées sans récompense.

Le bois de Tosca est arrosé par un grand nombre de sources; on remarque particulièrement celles qui naissent à l'ouest et au pied de la Costa de Pujau. Il suffit de faire un trou dans quelque point que ce soit du bois de Tosca pour se procurer de l'eau. Le sol argileux que l'on rencontre à l'ouest de la plaine se prolonge probablement sous les laves; en empêchant les eaux de s'infiltrer dans les couches inférieures, il maintient près de la surface toutes celles qui descendent des cratères et des autres montagnes du voisinage.

§ 8. *Cratère de la Cot.* — La Cot est un grand cratère très-rapproché du précédent; il est très-fortement déchiré, ouvert au sud et mal conservé. Sa forme est irrégulière et ses laves ressemblent à celles de la Cruscà; une partie de sa coulée s'est répandue sur le bois de Tosca, l'autre s'est mêlée avec les laves de la Cot-Sainte-Marguerite. Ce cratère, très-aride, ne porte que des broussailles.

§ 9. *Cratère de la Cot-Sainte-Marguerite.* — La forme de la Cot-Sainte-Marguerite ressemble beaucoup à celle du Montsacopa; il est à un demi-quart de lieue de la Cruscà et au sud-sud-est d'Olot. Sa masse est environ quadruple de celle du Montsacopa; son cratère a 255 mètres environ (300 varas) de diamètre à la partie supérieure et à-peu-près 60 mètres (70 varas) de profondeur. Les bords du cratère sont, à quelques

échancrures près, assez bien conservés; la circonférence supérieure est couverte d'arbres, les revers portent des broussailles, le fond du cratère est cultivé. On y a construit une petite chapelle consacrée à Sainte-Marguerite; elle a donné son nom à la montagne.

La surface de ce volcan présente presque partout des laves et des pouzzolanes variées par leurs nuances, leur dureté et leur porosité; quelques-unes sont de couleur d'ocre.

Les déjections du volcan de la Cot-Sainte-Marguerite recouvrent une surface assez étendue dans une plaine dite le canton de la Cot, et que les habitans du pays divisent en deux parties, le *Pla de la Davesa* et le *Pla Sacot*. Le Pla Sacot est entièrement cultivé; le Pla de la Davesa, fort analogue au bois de Tosca, commence à être défriché, mais les nombreux fragmens de lave qui le recouvrent rendent la culture fort difficile.

Le canton de la Cot est abondamment pourvu de sources.

§ 10. *Montagne de Batet.* — Située au sud-est d'Olot, la montagne de Batet paraît se rattacher au petit chaînon qui sépare le bassin volcanique dont nous nous occupons du vallon qui conduit à Castelfollit. Cette montagne alongée, dont la plus grande dimension s'étend à-peu-près du nord au sud, est principalement composée de grès; elle porte trois cratères qui ont conduit à croire qu'elle était entièrement volcanique. Deux d'entre eux sont à l'extrémité méridionale et très-rapprochés l'un de l'autre; ils sont déchirés l'un vers le sud, l'autre vers le sud-ouest. Leurs coulées se sont confondues, au moins en partie, avec celles du volcan de la Cruscà.

Le troisième cratère de Batet (Pl. V), un peu plus considérable que les deux autres, occupe une portion du revers septentrional ; il est ouvert au nord, et sa coulée, une des plus évidentes qu'il soit possible de voir, a suivi la pente de la montagne et s'est dirigée vers la Fluvia ; elle a probablement traversé la rivière, mais aujourd'hui elle forme sur la rive droite des escarpemens ayant toute l'apparence des basaltes.

Les laves supérieures sont poreuses et semblables à celles des autres volcans décrits.

Presque toute la surface de Batet, ses cratères et une grande partie des coulées de lave sont recouverts de terre végétale et cultivés.

On observe à la base de la montagne un phénomène assez singulier, que nous ne devons pas omettre ici : ce sont des courans d'air froid qui sortent de plusieurs points, et que l'on désigne dans le pays sous le nom de *bufadors*. Ils sont assez forts pour entraîner des corps légers, et s'échappent, avec plus ou moins de rapidité, de quelques excavations creusées naturellement dans les laves et les pouzzolanes de la surface du sol. Plusieurs de ces bufadors sont tout près de la Fluvia; les plus remarquables se trouvent à Olot même, autour de la place Saint-Cristobal, sur la rive droite de la rivière.

Suivant le docteur Bolos, ces courans n'amènent ni mauvaise odeur ni gaz étrangers ; ils ne diffèrent de l'air atmosphérique ambiant que par leur température. Les courans sont plus forts en été, ils sont à peine sensibles et même nuls en hiver ; leur température est probablement constante, quoique l'on prétende dans le pays

qu'ils sont plus froids dans la première de ces saisons.

La connaissance de la structure de Batet facilite l'explication de ce phénomène en apparence si extraordinaire. Le son sourd que rend cette montagne sous les pieds ou quand on y laisse tomber un corps pesant fait présumer qu'elle renferme des cavités. On observe, en outre, assez près du sommet, des ouvertures que l'on dit très-profondes, et qui pourraient bien communiquer avec les cavernes. Si, de plus, celles-ci étaient liées avec les trous au travers desquels les courans d'air s'échappent, il y aurait communication entre les bufadors et les ouvertures du sommet de la montagne, et la chose s'expliquerait tout naturellement de la même manière que l'airage d'une mine, au moyen de galeries dont les ouvertures sont à des niveaux différens. Toutes les circonstances du phénomène sont d'accord avec cette explication, la constance de la température, l'augmentation de la force du courant en été, sa faiblesse ou sa nullité en hiver, etc. (1).

Les maisons construites au-dessus des bufadors en retirent de grands avantages, sur-tout pendant l'été. Les courans d'air froid répandent de la fraîcheur autour des habitations qu'ils atteignent, et permettent de conserver les substances alimentaires beaucoup plus long-temps

(1) Si ces gaz renfermaient de l'acide carbonique, ils rappelleraient ce que l'on observe sur plusieurs points de l'Auvergne, les courans d'acide carbonique des environs de Pont-Gibaud et de Pranal, les sources gazeuses de Pranal, de Barbecot, de Sainte-Alire, etc.

que ne le permettrait la température de l'atmosphère.

§ 11. *Du volcan de la vallée du Turunello; colonnade de Castelfollit.* — Lorsqu'on prend à l'est d'Olot la route qui conduit à Figuières, on arrive, après une demi-heure de marche, au pont Saint-Côme sur la Fluvia, passé lequel les traces de volcan paraissent cesser. Bientôt après on se trouve sur un petit chaînon, limite du bassin d'Olot du côté de l'orient; il suit la direction nord-sud; les grès qui le composent sont assez généralement rougeâtres et à grains fins. La route traverse cette petite chaîne presque perpendiculairement à sa direction, et descend dans une vallée qui, sur une longueur d'environ une lieue et demie, court du sud au nord, et se détourne assez brusquement vers le nord-ouest à une petite demi-lieue avant Castelfollit. Le vallon est encaissé à l'occident par le chaînon dont nous venons de parler, et à l'orient par une suite de montagnes analogues aux premières, mais un peu plus élevées. Les deux revers laissent percer çà et là des grès fort bien stratifiés. Tout le sol de la vallée jusqu'au pied des montagnes qui la comprennent est formé de laves dont la surface est en général cultivée, et qui se terminent à Castelfollit par un escarpement à pic d'environ 70 mètres d'élévation. Le bourg est construit au-dessus de l'escarpement.

Quand on examine avec un peu d'attention l'extrémité méridionale de la vallée, on y aperçoit un petit monticule de 20 à 30 mètres de hauteur, recouvert d'arbres et de cultures, et dans

lequel on reconnaît la forme d'un cratère échancré jusqu'à sa base vers le nord-ouest. Un paysan a construit son habitation dans l'intérieur même du cratère. Le pied de cette colline et tous les alentours offrent les preuves les plus évidentes de déjections volcaniques et l'on ne peut douter que ce cratère n'ait vomi au moins une partie des laves qui remplissent le fond de la vallée.

Étonnés de la grandeur de la coulée relativement à la petitesse du volcan, nous avons cherché avec soin s'il n'existait pas quelque autre cratère sur les montagnes voisines, nos recherches ont été inutiles. Nous sommes donc obligé d'admettre que l'énorme masse de laves qui s'étend jusqu'au-delà de Castelfollit a été produite par le petit cratère situé au sud de la vallée, à moins qu'il n'y en ait existé d'autres que des révolutions postérieures ont détruits ou que la culture des terres empêche de reconnaître.

Un ruisseau appelé le Turunello prend sa source tout près du volcan ; ses eaux ont creusé un lit assez profond dans les laves qui entourent la base du monticule ; elles coulent vers le nord-est jusqu'à ce qu'elles atteignent les montagnes à la droite de la vallée ; à partir de là, elles les suivent jusqu'à leur rencontre avec la Fluvia près de Castelfollit. Le lit du Turunello est profond ; ses bords sont élevés et à pic; ce sont des escarpemens de lave en général compactes, sur-tout près des eaux.

La jonction du Turunello avec la Fluvia est le point d'où l'on peut le mieux observer le bel escarpement de roches volcaniques dont Castelfollit occupe la partie supérieure ; il présente un

angle assez aigu vers l'orient, et ses deux côtés sont des exemples très bien caractérisés de la division en prismes verticaux (Pl. VI).

Vis-à-vis de cette belle colonnade, et sur la rive droite du Turunello, il existe un monticule conique d'une quarantaine de mètres d'élévation, entièrement isolé, dont les pentes sont très-rapides, et qui est couronné par une réunion de prismes volcaniques également verticaux. Sa forme rappelle les témoins qu'on laisse subsister dans les travaux de terrassement, et, comme ceux-ci, il apprend que des masses qui n'existent plus le liaient autrefois à l'escarpement voisin. Il paraît même que les laves se prolongeaient encore plus loin, car on aperçoit sur la rive gauche de la Fluvia, un peu au-dessous de Castelfollit, des prismes en place, semblables à ceux de la colonnade, et qui ne dépendent d'aucun cratère voisin. On ne peut attribuer la disparition des laves qui liaient ces roches isolées à la grande masse de Castelfollit qu'à l'action érosive des eaux, et s'il répugnait à quelqu'un de croire que les eaux produisent d'aussi grands effets, on le convaincrait en lui montrant le lit que le Turunello a creusé dans des matières volcaniques extrêmement dures et compactes, à une demi-lieue au-dessus de son embouchure.

Les prismes de la grande colonnade sont en général droits, quelques-uns de ceux du côté du sud-est sont légèrement recourbés : nous en avons vu à cinq, à six et à sept pans. Beaucoup d'entre eux sont d'une régularité remarquable ; la longueur d'un seul prisme n'égale jamais toute la hauteur de l'escarpement ; on observe toujours

plusieurs étages de colonnes superposées : tantôt la séparation n'est marquée que par une suite d'articulations ou joints naturels qui sont dans un même plan horizontal pour beaucoup de prismes contigus, tantôt les deux systèmes de colonnes sont séparés par des masses de lave tout-à-fait irrégulières.

Les roches volcaniques de la vallée du Turunello les plus rapprochées de la surface du sol, soit près du cratère, soit à Castelfollit, sont très-poreuses, de couleur foncée, en général dures et à cassure luisante. Celles que baignent actuellement les eaux du ruisseau et celles qui composent les prismes de la colonnade sont gris clair à la surface, un peu plus foncées dans l'intérieur; leurs pores sont assez petits, mais bien visibles; elles sont très-sonores et difficiles à casser. On y trouve de petits noyaux de péridot; en un mot, elle ne diffère pas sensiblement de la *piedra ferral* des bords de la Fluvia.

Ces roches compactes nous ayant paru liées aux laves très-poreuses de la surface supérieure de la coulée, et le nom de *basalte* ne se donnant qu'à des matières volcaniques attribuées à des éruptions bien antérieures à celles des laves, et rejetées autrement que par des cratères dont on voit encore les traces, il nous a semblé qu'on ne pouvait désigner sous ce nom aucune des roches que nous avons observées en Catalogne. On ne saurait vouloir appeler *basaltes* ces laves compactes, uniquement parce qu'elles contiennent des substances minérales existant dans les véritables basaltes; car certaines laves de la Catalogne très poreuses et parfaitement caractérisées con-

tiennent aussi du péridot-olivine, etc. Ainsi, on ne maintiendra le nom de *basalte* pour les roches dont il s'agit que si l'on adopte pour les roches volcaniques une classification purement minéralogique, et si l'on attache moins d'importance à l'ensemble des faits géologiques qu'aux caractères oryctognostiques déterminés sur des échantillons épars et recueillis sonvent loin de leur gisement. Nous dirons donc que ce sont des laves compactes, plus ou moins poreuses, et non des basaltes, qui forment la colonnade de Castelfollit; ce sont les mêmes roches que celles de Royat en Auvergne. Cette colonnade repose sur des grès calcaires bien stratifiés, alternant avec des couches de calcaires gris, marneux, très-schisteux et ordinairement altérés à la surface, roches qui dépendent de la formation des montagnes voisines. Les couches traversent en plusieurs points le lit de la Fluvia près de l'embouchure du Turunello.

Description minéralogique des matières volcaniques des environs d'Olot.

Les produits volcaniques de la Catalogne sont des laves et des pouzzolanes, celles-ci varient par la couleur et le degré de finesse; les laves sont compactes, poreuses ou scoriformes.

§ 12. *Des laves.* — Toutes les laves que nous avons pu observer raient le verre; elles ont principalement donné aux essais pyrognostiques les réactions du fer et de l'alumine. Avec le borax, on a obtenu, au feu de réduction, un verre vert bouteille clair, et au feu d'oxidation un verre jaunâtre. Avec le sel de phosphore, il s'est fait, au feu de réduction, un verre verdâtre, qui s'est décoloré par le refroidissement. Fondues avec la dissolution de cobalt, elles ont donné le verre

bleu qui dénote la présence de l'alumine. Nous n'avons pas vu une seule variété qui se compor tât différemment.

Elles donnent une odeur argileuse quand on les humecte avec l'haleine.

Dans la description des laves, nous suivrons l'ordre de la porosité, en commençant par les plus compactes.

Laves compactes (1).

Elles font feu au briquet, agissent d'une manière sensible sur le bareau aimanté.

§ 13. 1re. *variété.*—Sa pesanteur spécifique est un peu supérieure à celle du marbre; elle oppose beaucoup de résistance au marteau, et rend, par

---

(1) Traversant la Catalogne en 1802, j'ai reconnu que les laves compactes qui existent, mêlées avec des scories ordinaires, dans le lit de la Fluvia, entre Figuières et Barcelonne, et qui viennent d'Olot, ne différaient point du basalte des terrains volcaniques démantelés et sans cratères; les échantillons, recueillis à Olot même par MM. Maclure et Tondi en 1808, m'ont présenté les mêmes caractères. Les ayant, au reste, soumis en 1815 (c'est-à-dire lors de la rédaction de mon travail sur la composition des laves de tous les âges, inséré au *Journal de Physique*, volume 83, p. 135 et suiv.) à une épreuve plus décisive et plus sûre que l'étude des caractères extérieurs, je n'ai trouvé aucune différence entre la nature des minéraux microscopiques qui en composent la pâte et celle des minéraux microscopiques qui constituent la pâte des basaltes des terrains volcaniques démantelés. Les laves compactes d'Olot, quoique modernes, sont donc de vrais basaltes. Cette identité n'est d'ailleurs qu'un cas particulier d'un phénomène général, les laves pyroxéniques de tous les âges étant composées des mêmes élémens minéralogiques.
(*Note de M. Cordier.*)

la percussion, un son clair et presque métallique; sa couleur est gris de cendre, sa poussière d'un gris très-clair. L'éclat n'est pas le même dans toute la masse; dans un fort petit échantillon, on voit des parties mattes et un grand nombre de points dont l'éclat est vitreux, tout-à-fait opaque : la cassure est conchoïde en grand, irrégulière en petit.

Au premier abord, cette variété paraît homogène et bien compacte, mais en observant de plus près on y trouve des pores visibles à l'œil nu; on y aperçoit aussi de petits noyaux de péridot-olivine et quelques amas un peu plus gros de pyroxène-augite. Soumise sans addition à l'épreuve du chalumeau, elle donne un verre verdâtre et transparent.

La colonnade de Castelfollit n'est formée que de cette variété de lave. La lave compacte des bords de la Fluvia ne diffère de celle de Castelfollit qu'en ce qu'elle est un peu plus pesante, moins poreuse, d'une couleur plus foncée, et parce qu'elle contient encore plus de péridot-olivine.

§ 14. 2e. *variété.*—Moins compacte que la précédente, c'est le passage aux laves poreuses; elle est aussi un peu plus légère, oppose moins de résistance au marteau et ne rend pas un son clair à la percussion. D'un gris de cendre un peu violacé, poussière d'un gris clair tirant un peu sur le brunâtre, cassure irrégulière; elle présente peu de parties mates et une infinité de petites facettes dont l'éclat est vitreux; un peu translucide sur les bords. Les cavités sont en général arrondies. Au chalumeau, elle fond assez diffici-

lement sans addition en un verre verdâtre et translucide.

Renferme aussi du péridot et du pyroxène en petits amas.

Cette variété se trouve dans la coulée du bois de Tosca et près de plusieurs autres volcans.

Usages.— La première variété est celle que les Catalans appellent *piedra ferral;* elle est fort difficile à tailler. Quand on l'emploie dans les constructions, c'est pour en faire des pierres d'encoignures, qui sont extrêmement résistantes. M. Bolos a proposé de se servir des laves compactes dans la verrerie grossière, à cause de la facilité avec laquelle la plupart se fondent; on épargnerait ainsi une partie des fondans alcalins.

Laves poreuses.

Dans les unes, les cavités sont séparées par des parties compactes, les autres ont l'apparence tout-à-fait spongieuse. Les premières agissent toutes sur le barreau aimanté: parmi les dernières, il en est dont l'action sur le barreau est à peine sensible ou même nulle; elles sont d'un brun rougeâtre. Cette couleur fait attribuer la faiblesse ou l'absence des propriétés magnétiques à ce que la plus grande partie ou la totalité du fer y existe à l'état de peroxide. La pesanteur spécifique des laves poreuses ne diffère pas beaucoup des compactes; parmi les spongieuses, il en est qui, dit-on, surnagent à l'eau. Les laves poreuses font feu au briquet, les plus spongieuses seulement font exception à la règle; elles sont en général fort tenaces.

§ 15. 1re. *variété.*—Gris noirâtre; poussière gris

de cendre ; éclat nul, tout-à-fait opaque ; la cassure irrégulière ; les cavités, assez nombreuses, sont inégalement réparties sur la masse, très-variables en grandeur et sans aucune régularité dans la forme. En fondant cette lave au chalumeau sans addition, on obtient un émail noir. Renferme de petits noyaux de péridot-olivine ; se trouve au Montsacopa.

§ 16. 2e. *variété.* — Dure et tenace ; gris foncé ou noirâtre; poussière gris de cendre. On ne peut pas dire que la masse ait de l'éclat, mais elle contient une infinité de points éclatans. Opaque; cassure irrégulière. Les cavités sont assez nombreuses et toutes plus ou moins arrondies : sans addition, cette variété donne au chalumeau un verre noir.

Elle contient, comme les précédentes, de petits amas de péridot-olivine. On en trouve dont les cavités sont tapissées ou remplies de chaux carbonatée blanche, dont l'aspect est cristallin ; ces petites masses ont souvent des formes arrondies, et présentent quelquefois des faces et des angles de cristaux.

Se trouve à la partie supérieure de la coulée de Castelfollit, dans celle du Puig de la Garrinada, au bois de Tosca, etc.

§ 17. 3e. *variété.* — Brun rougeâtre, poussière un peu plus claire; cassure mate et irrégulière. Les cavités sont très-variables par leur forme et leur grandeur ; toute la masse est criblée de petits pores arrondis ; les grandes cellules y sont plus rares, tantôt arrondies, tantôt alongées ; à peine magnétique, cette lave, fondue seule, donne un verre noirâtre et bulleux.

Elle renferme de très-petits cristaux de pyroxène, des amas de feldspath vitreux de couleur blanche et quelques cristaux de zircon. Trouvée au Montolivet.

§ 18. 4e. *variété.* — Nous réunissons ici toutes les laves *spongieuses;* le nom seul indique leur texture et leur apparence. Il y en a de noires, de grises, de brunes, de rougeâtres; leur poussière a la même couleur, mais un peu plus claire. Les noires sont magnétiques, les brunes le sont à peine ou pas du tout. Cassure irrégulière et mate; toutes ont donné, au chalumeau, un verre noir et caverneux.

Ces laves contiennent peu de minéraux étrangers; ce sont de très-petites masses de péridot et de petits cristaux de pyroxène. On voit des laves spongieuses au Montsacopa, au Montolivet, au bois de Tosca, etc.

Usages. — Les laves poreuses sont employées comme moellons et comme pierres de taille; ce sont des matériaux de construction très-estimés, à cause de leur ténacité, de leur légèreté et de la facilité avec laquelle elles prennent le ciment.

§ 19. *Des pouzzolanes.* — Ces sables volcaniques ont tous les caractères des laves que l'on vient de décrire; elles raient le verre, sont plus ou moins magnétiques, fusibles en verre noir, etc. Elles sont de couleur variable; on en voit de noirâtres, de grises, de rougeâtres, de brunes, etc. Il y a aussi de grandes différences dans la finesse des grains; les plus fins sont quelquefois dans un certain état d'agrégation que l'on détruit facilement.

On trouve des pouzzolanes au Montsacopa, au

Montolivet, au bois de Tosca, au volcan de Ste.-Marguerite, etc.

Usages. — On sait que les pouzzolanes donnent, avec la chaux, un des meilleurs mortiers hydrauliques connus. Aux environs d'Olot, on les mélange aussi avec le plâtre, et l'on fait ainsi un ciment extrêmement solide, employé de préférence aux mortiers pour les constructions à l'abri de l'humidité.

EXPÉRIENCES

Faites sur la trompe du ventilateur des mines de Rancié, suivies de quelques observations sur les trompes en général;

Par M. D'AUBUISSON,

Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

Les expériences que j'ai faites, de concert avec M. l'Ingénieur Marrot, sur la trompe du ventilateur de la galerie Becquey, aux mines de Rancié, département de l'Ariége, avaient un double objet; celui de nous bien faire connaître l'instrument à l'aide duquel nous allions exécuter les expériences sur la résistance que l'air éprouve dans les tuyaux de conduite, et celui d'ajouter quelques faits, s'il était possible, à ceux que l'on a déjà sur cette singulière espèce de machine soufflante, et notamment à ceux dont la science est déjà redevable à MM. Tardy et Thibaud (1).

Il nous fallait savoir

Quelle était la grandeur à donner à l'*étranguillon*, relativement à l'eau qu'on pouvait dépenser;

Quelles étaient la position et les dimensions les plus convenables aux *aspirateurs*.

J'étais intéressé encore à connaître le rapport existant entre l'eau dépensée et l'effet produit par la trompe, et, à cet égard, il fallait savoir

Quel était le rapport entre les diverses quantités d'eau dépensées et les hauteurs manométriques

(1) *Annales des Mines,* t. VIII.

ou compressions de l'air correspondantes, l'orifice de sortie de l'air restant le même ;.

Quel était le rapport entre diverses grandeurs d'orifice et les hauteurs manométriques correspondantes, la dépense en eau étant la même.

Enfin, je désirais connaître l'effet absolu que pouvait produire cette machine, et la quantité d'air qu'elle pouvait fournir.

Naturellement, les expériences relatives à ces différens objets m'ont conduit à quelques observations générales sur les trompes, observations d'où l'on déduit des conséquences sur quelques perfectionnemens dont leur construction paraît susceptible.

J'ai fait connaître, par un dessin et une description, la trompe sur laquelle j'avais à opérer, en traitant de la résistance que l'air éprouve dans les conduites (1). Je me bornerai ici à rappeler qu'elle consistait en un *arbre* de 8^m,03 de long, évidé intérieurement de manière à présenter un creux cylindrique de 0^m,22 de diamètre, dans la partie supérieure duquel se trouvait une sorte d'entonnoir, dont l'orifice ou *étranguillon* était à 1^m,05 en contre-bas du haut de l'arbre, et avait d'abord 0^m,15 de diamètre. Au-dessous, l'arbre était percé de six trous ou *aspirateurs*, dont nous parlerons plus bas; il se terminait à une barrique de 1,20 mèt. cub. de capacité, ouverte par le bas, et qui plongeait de 0^m,85 dans une creux plein d'eau : sur le fond supérieur étaient deux ouvertures; à l'une on adaptait un manomètre, et à l'autre les divers orifices ou ajutages, à l'aide desquels

---

(1) *Annales des Mines*, 2e. série, t. III, p. 378.

on faisait les expériences, ainsi qu'on le voit à la *fig.* 3 de la Pl. VII (1). La hauteur de la chute, depuis le seuil d'un coursier qui menait l'eau à la trompe jusqu'au tablier, était de 8m,61. Cette eau était donnée à l'aide d'un vannage disposé de manière à en faire connaître exactement la quantité.

L'air pouvait être amené dans la tonne de la trompe à un degré de compression, dont l'excès sur l'air atmosphérique était indiqué par une colonne d'eau de 0m,85, ou par une colonne de mercure de 0m,062. La vitesse de l'air sortant sous une telle compression était de 114 mètres par seconde.

Observation relative à l'étranguillon.

Le courant d'eau que nous avions à notre disposition roulait habituellement de 0,04 à 0,05 mètre cube d'eau par seconde. Comme, dans certains cas, on avait besoin d'augmenter l'action du ventilateur, on avait établi, en amont de la trompe, un bassin contenant près de 80 mètres cubes d'eau, et mettant ainsi à même de fournir, pendant plus d'un quart d'heure, de 0,08 ou 0,09 mèt. cube : en conséquence, M. l'Ingénieur Marrot avait donné 0m,15 de diamètre à l'étranguillon.

A l'époque de nos expériences, en août 1825, la sécheresse avait réduit de moitié le ruisseau, et la quantité d'eau qu'il nous fournissait était trop petite : elle ne se tenait pas à un niveau constant au-dessus de l'étranguillon ; elle couvrait pendant quelques instans son orifice, et puis elle s'y précipitait tout-à-coup : par suite, le vent

(1) Cette planche est jointe au tome III de la deuxième série.

était très-inégal, le manomètre oscillait continuellement et irrégulièrement.

Pendant que nous faisions des expériences, dans cet état des choses, une branche d'arbre tomba dans l'étranguillon, et le manomètre s'éleva de suite de quelques millimètres : en rétrécissant l'orifice, elle avait augmenté l'effet de la machine. Mettant cette leçon à profit, nous emmanchâmes un petit cylindre de bois, ou bondon à une barre de fer, et nous le descendîmes dans l'étranguillon, de manière à en rétrécir l'ouverture. Dès-lors, les oscillations du manomètre diminuèrent, et il se tint à une plus grande élévation. Parmi un grand nombre d'observations qui ont prouvé ce fait, je me bornerai à citer les quatre suivantes :

Eau dépensée en une seconde.	Manomètre	
	avec bondon.	sans bondon.
m. cub.	millim.	millim.
0,008	8	7
0,016	21	14
0,023	35	23
0,028	52	36

Le manomètre employé est à mercure et les indications sont données en millimètres.

Ce n'était pas seulement par un rétrécissement dans l'orifice, et en conséquence par une plus grande régularité dans l'écoulement de l'eau, mais encore c'était en dirigeant plus convena-

blement vers les aspirateurs l'eau écoulée, que notre bondon augmentait l'effet de la machine; en nous bornant à le retourner, nous sommes venu à bout d'élever le manomètre à 4 millimètres plus haut qu'il ne l'était avant.

Ces diverses considérations, et sur-tout le besoin que nous avions d'un terme fixe pour nos comparaisons, nous ont porté à rétrécir définitivement l'étranguillon, et nous l'avons fait en y introduisant à demeure un morceau de bois percé d'un orifice de $0^m,10$ de diamètre. Dans ce nouvel état, la trompe pouvait encore recevoir de 0,040 à 0,42 mèt. cub. d'eau par seconde. C'est avec un tel orifice que nous avons fait les expériences sur la résistance de l'air dans les conduites; mais celles dont il est question dans ce mémoire avaient été faites avec l'étranguillon de $0^m,15$ de diamètre, tantôt avec le tampon, tantôt sans lui.

Considérations sur les aspirateurs.

Voulant juger de l'effet des aspirateurs, nous en avons d'abord fait ouvrir six. Les deux supérieurs, diamétralement opposés, de forme rectangulaire, et ayant $0^m,09$ sur $0^m,06$, étaient immédiatement au-dessous de l'étranguillon; à $0^m,60$ plus bas se trouvait le troisième, de $0^m,055$ sur $0^m,04$; les quatrième, cinquième et sixième, de même grandeur, étaient successivement à $1^m,40$, $1^m,70$ et $2^m,00$ au-dessous de l'étranguillon.

Dès le premier essai, le sixième ayant vomi de l'eau et étant d'ailleurs inutile, nous l'avons bouché définitivement.

Pour reconnaître l'effet des cinq autres, placés et disposés comme dans les trompes de Vicdes-

15.

sos (*Annales des Mines*, t. VIII, Pl. IV), nous avons fait un grand nombre d'expériences : je me bornerai à citer ici celles qui ont été exécutées à l'aide d'un orifice rectangulaire de $0^{m},10$ de long et $0^{m},02$ de large, que l'on fermait plus ou moins et à volonté avec une coulisse; la plaque qui le portait est représentée, *fig.* 7, dans la planche relative au ventilateur de la galerie Becquey.

AIRE de l'orifice.	Manomètre.	NUMÉROS des Aspirateurs ouverts.
mèt. car.	millim.	
0,0020	17,0	1, 2, 3, 4 et 5.
0,0010	28,2	*Idem.*
0,0005	36,2	*Idem.*
0,0005	38,3	1, 2 et 3.
0,0005	36,1	1, 2 et 5.
0,0005	40,6	1, 2, 3 et 4.
0,0020	21,4	1 et 2.
0,0010	34,3	*Idem.*
0,0005	46,2	*Idem.*
0,0020	21,6	1, 2 et 3.
0,0010	35,3	*Idem.*
0,0005	46,0	*Idem.*

De ces expériences et de quelques autres nous avons conclu :

1°. Que le cinquième aspirateur était nuisible dans plusieurs cas, sans utilité dans les autres, et nous l'avons bouché;

2°. Que le quatrième, dont l'avantage a été

positif dans quelques expériences, ainsi qu'on le voit dans le tableau ci-dessus, était préjudiciable lorsqu'on donnait beaucoup d'eau : alors il expirait et *projetait* de l'eau, et nous l'avons encore bouché ;

3°. Que le troisième expirait aussi dans quelques circonstances ; qu il était sans utilité dans beaucoup de cas, comme dans les trois dernières expériences du tableau précédent : en conséquence, nous l'avons fermé, et remplacé par deux autres percées entre les numéros 1 et 2.

Notre trompe s'est trouvée ainsi percée, comme celles des Alpes, de quatre aspirateurs, immédiatement au-dessous de l'étranguillon : méthode qui paraît d'un avantage incontestable. Mais tel est l'empire de l'habitude chez les ouvriers et surtout chez les forgeurs de l'Ariége, qu'ils tiennent à conserver leurs cinq aspirateurs, descendant quelquefois jusqu'à la moitié de l'arbre; et lorsque la machine est en pleine activité, et qu'il sort deux forts jets d'eau des deux aspirateurs inférieurs, ce vice manifeste de construction est regardé par eux comme produisant un très-bon effet.

Mes observations sur l'action des aspirateurs, quelle que soit d'ailleurs leur position, me font craindre que nous ne puissions jamais parvenir à une théorie générale et rigoureuse des trompes; c'est-à-dire à une formule qui donne la quantité d'air soufflée, par la seule connaissance des dimensions de la machine et de la quantité d'eau qu'elle dépense. Dans quelques circonstances, par exemple lorsqu'on rétrécira beaucoup l'orifice de sortie de l'air, et qu'on donnera beau-

coup d'eau, les aspirateurs se changeront, en partie, en expirateurs, et ils feront ainsi eux-mêmes portion de l'orifice; mais quelle sera cette portion? Lors même qu'ils n'expireraient pas en réalité, la forte tension de l'air dans la trompe fera sentir son effet vers le haut de l'arbre; elle y contre-balancera et détruira une partie de la force aspirante; elle ralentira l'entrée de l'air dans la trompe et en diminuera ainsi le produit.

Malgré cette difficulté, je crois qu'on n'en doit pas moins multiplier les essais et les recherches pour arriver à une théorie au moins approximative et d'une exactitude suffisante aux besoins de la pratique, et, sous ce rapport, les physiciens, comme les métallurgistes, doivent beaucoup à MM. Tardy et Thibaud, pour le premier essai qui ait été fait d'une telle formule (1); lorsque je considère le petit nombre

---

(1) Soient

R = Rapport entre l'effet et la force.
H = Hauteur de la chute de l'eau motrice.
h = Hauteur du manomètre à mercure.
s = Section ou aire de l'orifice de sortie.
e = Hauteur de l'eau au-dessus de l'étranguillon.
C = Coefficient constant, lequel varie de 600 à 1200, suivant que la machine est plus ou moins bien disposée et soignée.

MM. Tardy et Thibaud établissent

$$R = C\,\frac{s h^{1,2}(H - 14h)}{e^{0,4}}.$$

Soient encore

M = Masse d'eau dépensée dans l'unité de temps.
Q = Masse d'air soufflée dans le même temps.

de trompes sur lesquelles ils ont opéré, je ne puis regarder cet essai que comme très-heureux. Toutefois, leur formule me paraît laisser quelque chose à désirer : il conviendrait, par exemple, d'en éliminer l'expression de la hauteur manométrique : cette hauteur est très-commode, à la vérité, pour le calcul des effets ; mais comme elle est une fonction de quantités déjà introduites dans la formule, elle doit en disparaître ; elle est un résultat et non une donnée. J'espère que ces auteurs reprendront un jour leur travail et lui donneront le degré de perfection dont il est susceptible : peut-être pourront-ils tirer quelque parti des faits que je vais rapporter.

Dans les expériences que j'avais à faire sur la résistance des conduites, il m'importait de pouvoir comparer celles qui n'auraient pas été faites exactement avec la même quantité d'eau, et par conséquent de ramener les hauteurs manométriques à ce qu'elles eussent été sous une même dépense d'eau : à cet effet, il me fallait connaître le rapport entre les dépenses et les hauteurs manométriques, l'orifice de sortie de l'air restant le même. Les comparaisons des expériences exigeaient encore que l'on sût de combien le mano-

---

φ = Densité du mercure comparativement à celle de l'air dans la trompe, on aura

$$R = \frac{Q\varphi h}{MH},$$

d'où

$$Q = \frac{CMHsh^{0,5}(H - 14h)}{\varphi\, e^{0,4}}.$$

Dans cette formule, 14 exprime la densité du mercure comparativement à celle de l'eau.

mètre s'élevait lorsqu'on rétrécissait l'orifice d'une certaine quantité, la dépense en eau étant la même.

Rapport entre les hauteurs manométriques et les dépenses en eau.

Pour venir à bout de connaître ces rapports, j'avais fait ouvrir, dans des plaques de fer-blanc, des orifices de différens diamètres (Pl. VII, *fig.* 6); je m'étais encore procuré des ajutages de diverses formes et grandeurs (*fig.* 4 et 5). J'ai déjà parlé de la plaque à orifice rectangulaire (*fig.* 7), orifice que l'on fermait plus ou moins à l'aide d'une coulisse.

Parmi plus de cent expériences, faites en vue de déterminer le rapport entre les hauteurs manométriques et les quantités d'eau dépensées, je me bornerai à rapporter celles qui ont été exécutées avec la plaque à coulisse : elles ont été faites avec soin et répétées.

Le tableau suivant en présente les moyennes; les dépenses sont exprimées par le nombre de mètres cubes d'eau, ou par la fraction de mètre cube donnée à la trompe en une seconde de temps. Dans la série où la dépense était de 0,045 mèt. cub., l'étranguillon se trouvait entièrement ouvert; dans les autres, son orifice était rétréci par le bondon. Je rappellerai encore que lorsque le manomètre s'élevait à plus de 32 millimètres, il s'échappait de l'air par-dessous la trompe, et d'autant plus que l'élévation était plus forte : dans ces cas, l'orifice de sortie était en réalité plus grand que l'orifice des plaques ou ajutages.

AIRE de l'orifice.	MANOMÈTRE, la dépense étant de				
	0,045	0,0357	0,027	0,0189	0,0095
mèt. car.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
0,0020	35	28,4	22,2	14,0	6,8
0,0018	40	30,2	24,5	15,3	. .
0,0016	45	34,3	26,4	17,1	7,7
0,0014	50	37,5	29,1	18,5	. .
0,0012	55,5	42,0	32,5	20,3	8,6
0,0010	61,4	46,9	36,0	22,	9,0
0,0008	. . .	53,2	41,	23,5	. . .
0,0006	. . .	60,0	46,	26	9,9
0,0004	. . .	....	52	28	10,8
0,0002	. . .	....	59	32	12,1
0,0001	. . .	....	. . .	....	12,6

En voyant, par la dernière série, le peu de hauteur du manomètre lorsque l'orifice, réduit à sa vingtième partie, n'était plus que d'un centimètre carré, nous l'avons entièrement fermé, et le manomètre ne s'est élevé qu'à 13,1 millimètres : l'air qui se dégageait dans la trompe sortait nécessairement par les aspirateurs inférieurs, qui étaient alors ouverts.

Avant de passer aux conséquences des faits ci-dessus, je fais une observation générale. La trompe, comme toute autre machine, et plus encore, doit avoir des dimensions proportionnées à l'effet qu'on veut produire, ainsi qu'à la force qui doit lui être appliquée : au *maximum* de perfection dans ces dimensions correspond le *maximum* d'effet; et c'est dans un tel état qu'elle

doit être considérée lorsqu'on veut conclure l'effet dont elle est susceptible. Cependant, dans la mécanique usuelle, nous devons encore considérer les machines dans une certaine étendue en deçà et au delà du point de perfection, et cette étendue est limitée par l'objet auquel la machine est destinée : par exemple, une trompe établie pour une forge catalane opérera avec une buse de 30 à 40 millimètres de diamètre, et sous une hauteur manométrique de 35 à 70 millimètres; hors de ces limites, et sur-tout loin d'elles, toute considération est aussi insignifiante en théorie que dans la pratique. Si une trompe est faite pour recevoir un gros volume d'eau, il serait oiseux de s'occuper de l'effet produit par un filet de ce fluide : la théorie, applicable à un orifice ordinaire, ne l'est plus à un orifice réduit outre mesure.

Par suite de cette observation dans l'estimation des rapports, on doit se dispenser d'avoir égard à celles de nos expériences qui ont été faites ou avec une trop petite quantité d'eau, ou avec un trop petit orifice. Laissant, en conséquence, celles où la quantité d'eau a été moindre de 0,0189 mèt. cub., et où l'orifice a été au-dessous de 0,001 mèt. car., et afin de rendre plus sensible le rapport qu'il y a entre les quantités d'eau dépensées et les hauteurs manométriques avec le même orifice, faisant commencer toutes les séries par l'unité, nous aurons le tableau de comparaison qui suit :

EAU dépensée.	MANOMÈTRE, l'orifice étant de :					
	0,0020	0,0018	0,0016	0,0014	0,0012	0,0010
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,79	0,81	0,76	0,78	0,75	0,76	0,79
0,60	0,63	0,61	0,59	0,58	0,59	0,59
0,42	0,40	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36
0,21	0,19	. . .	0,17	. . .	0,16	0,15

Ce tableau montre que les quantités d'eau dépensées sont proportionnelles aux hauteurs manométriques correspondantes. Le rapport est aussi bien soutenu qu'il était possible dans des expériences de cette nature, tant que la dépense en eau n'a pas diminué de moitié : au delà, on remarque une diminution dans les indications du manomètre; elle devient de plus en plus sensible à mesure que les orifices diminuent; mais là on a atteint les limites que la pratique ne doit pas dépasser.

Cette *proportionnalité* entre l'eau dépensée et la hauteur du manomètre me semble cependant contraire à la théorie ordinaire. A chute égale, la force est proportionnelle à la quantité d'eau dépensée, et l'effet produit, entre des limites peu éloignées du *maximum*, semble devoir être proportionnel à la force. Dans une machine soufflante, cet effet est représenté par la masse d'air soufflée (produit de l'aire de l'orifice par la vitesse de sortie), multipliée par la hauteur due à

cette vitesse, et cette vitesse étant comme la racine carrée de la hauteur, l'effet sera comme l'aire de l'orifice multipliée par la hauteur élevée à la puissance $\frac{3}{2}$. Ainsi, à orifice égal, la quantité d'eau dépensée devrait être proportionnelle à la puissance $\frac{3}{2}$ de la hauteur manométrique.

Cependant, mes nombreuses expériences sur le ventilateur de Rancié m'ont montré que le vrai rapport se rapprochait plus de la première puissance que de celle dont il vient d'être question. Des observations sur la trompe de la forge de Rabat, que je rapporterai plus bas, m'ont présenté le même fait, en prenant celles qui ont été faites entre les limites du travail auquel cette machine est destinée ; les dépenses en eau ayant varié de 0,077 à 0,171 mèt. cub., et la hauteur du manomètre entre 35 et 69 millimètres, on a les deux progressions suivantes :

Eau dépensée..	100.	104.	117.	132.	161.	187.	223.
Haut. manom..	100.	112.	125.	138.	154.	175.	214.

Je remarquerai que, dans ces séries de comparaison, et en général dans toutes celles que j'ai établies, les hauteurs manométriques croissent d'abord trop rapidement et diminuent ensuite trop vite : ainsi, en stricte rigueur, l'expression de la dépense en fonction de la hauteur manométrique doit présenter plus d'un terme.

Revenant aux approximations. Je rappellerai que les machines soufflantes à piston, où l'eau dépensée agit immédiatement et incontestablement par sa masse, présentent encore le même fait que les trompes ; les dépenses y sont à très-peu-près proportionnelles aux indications du

manomètre. J'en ai donné ailleurs un exemple (1).

Ce fait, si souvent répété, m'a quelquefois porté à me demander si l'effet des machines soufflantes ne devrait pas être mesuré par la masse d'air émise multipliée par la vitesse de l'émission et non par le carré de cette vitesse. Cependant, il me semble avoir démontré, dans toute la force de l'expression, qu'il fallait employer le carré de la vitesse, et que l'effet d'une machine soufflante était aussi une *force vive* (2). En conséquence et en principe, je continuerai à le considérer ainsi.

Rapport entre les hauteurs manométriques et les orifices.

D'après la théorie, les forces ou les dépenses à chute égale seraient donc en raison directe des aires de l'orifice multipliées par la puissance $\frac{3}{2}$ des hauteurs manométriques, et par suite les aires de l'orifice, à même dépense, seraient en raison inverse de cette même puissance. D'après nos expériences, ils seraient au moins autant en raison inverse de la première puissance. Le tableau suivant montre qu'il en est ainsi, bien qu'il indique en même temps que ce rapport n'est suivi qu'entre des limites assez rapprochées, et qu'en général il ne saurait être exprimé par un seul terme.

(1) *Annales des Mines*, t. XI, p. 195.
(2) *Idem*, p. 175.

PROGRESS. inverse des orifices.	Progression des hauteurs manométriques, la dépense en eau étant de			
	0,038 mèt. cub.		0,019 mèt. cub.	
	h	$h^{\frac{3}{2}}$	h	$h^{\frac{3}{2}}$
100	100	100	100	100
111	112	118	110	115
125	126	141	122	135
143	136	158	132	152
167	149	182	144	173
200	163	208	154	191
250	193	268	168	218
333	218	322	184	250
500	220	326	203	289

Les orifices influent sur les hauteurs manométriques, à dépense d'eau égale, non-seulement par leur grandeur, mais encore par leur forme ou nature.

Forme de l'orifice.

Afin de constater l'effet de cette nature, nous avons employé des orifices de même diamètre, mais dont les uns étaient percés en très-minces parois et les autres terminaient des ajutages coniques; toujours, avec ces derniers, le manomètre s'est tenu sensiblement plus bas. Nous étions ici exactement dans le même cas que lorsqu'on substitue un orifice plus grand à un orifice antérieur; le manomètre baisse, quoique la quantité d'air soufflée soit plus considérable.

Je donne le résultat de quatre de nos expériences.

EAU dépensée en une seconde.	ORIFICE			
	EN MINCES PAROIS.		CONIQUE.	
	Aire de l'or.	Manom.	Aire.	Manom.
mèt. cub.	mèt. car.	millim.	mèt. car.	millim.
0,027	0,00136	34,6	0,00126	30,2
Idem.	0,00067	49,6	0,00071	41,5
0,036	0,00136	35,7	0,00126	32,5
Idem.	0,00067	55,0	0,00071	45,1

J'ai voulu encore voir l'effet que produirait la différence dans la forme des ajutages, j'en ai employé plusieurs, qui différaient tant en longueur qu'en évasement, ainsi qu'on le voit *fig.* 5 : un d'eux, très-court, avait la forme qui, dans l'écoulement de l'eau, donne le plus grand produit; mais je n'ai pas eu de différences notables, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant :

EAU dépensée en une seconde.	AJUTAGE CONIQUE.			Manomètre.
	Hauteur.	DIAMÈTRE à		
		la base.	l'orifice.	
mèt. cub.	mèt.	mèt.	mèt.	millim.
0,020	0,32	0,15	0,02	32,5
Idem.	*Idem.*	0,10	0,02	33,0
Idem.	*Idem.*	0,06	0,02	33,4
Idem.	0,025	0,03	0,02	32,5
0,028	0,29	0,15	0,033	26,6
Idem.	0,26	0,10	0,033	27,5
Idem.	0,21	0,06	0,033	28,4

Les différences que présentent les hauteurs manométriques, dans chacune des deux séries d'expériences, sont comprises dans les limites des erreurs de l'observation, elles en sont vraisemblablement la suite.

D'après cette considération sur les erreurs de l'observation dans nos expériences sur la trompe de Rancié, je ne chercherai à tirer aucune conséquence précise de celles que j'y ai faites concernant l'effet de la forme des ajutages, d'autant plus que j'ai publié sur cette matière plusieurs suites d'expériences faites postérieurement et à l'aide d'un gazomètre construit à cet effet, et que ces expériences me paraissent résoudre la question d'une manière aussi complète que positive (1).

Effet de la trompe.

L'effet d'une machine soufflante est, ainsi que nous l'avons remarqué, le produit de la masse d'air sortie par la hauteur due à la vitesse de sortie; d'après ce que nous avons dit ailleurs (2), il sera exprimé par

$$5577500\, mS\, H^{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{1 + 0{,}004t}{b + H}}.$$

S = Aire de l'orifice de sortie.
H = Hauteur du manomètre à mercure sur la trompe.
b = Indication du baromètre.
t = Indication du thermomètre.
m = Coefficient de la contraction de la veine : c'est 0,93 pour des orifices terminant les

---

(1) *Annales des Mines*, tom. XIII, p. 483.
(2) *Idem*, tom. XI, p. 193.

ajutages légèrement coniques, et 0,65 lorsqu'ils sont percés en minces parois.

A Rancié, on a eu, moyennement, durant nos expériences sur la trompe, $t = 18°$, $b = 0{,}683$, et $b + H = 0{,}72$: ainsi, nous aurons pour expression de l'effet, en kilogrammes élevés à un mètre de hauteur en une seconde de temps,

$$6102200\, S\, H^{\frac{3}{2}},$$

l'orifice étant à l'extrémité d'un ajutage conique;

et $$4263000\, S\, H^{\frac{3}{2}},$$

l'orifice étant percé en minces parois.

Passons à l'expression de la force. Après avoir remarqué que nous ignorons quelle est la force ou la portion de la force employée qui concourt à produire efficacement l'effet obtenu à l'aide des trompes, que nous ne saurions estimer avec l'exactitude mathématique la vraie cause de cet effet, nous prendrons pour force celle du courant d'eau versé sur la trompe, et son expression sera la masse ou poids de l'eau dépensée en une seconde multiplié par la hauteur de la chute.

Si q est le volume d'eau dépensée, le mètre cube d'eau pesant 1000 kil., $q \times 1000$ représentera le poids. La hauteur de la chute depuis l'orifice de l'arbre de la trompe jusqu'au tablier est de $8^m{,}60$; nous adopterons cette expression de la hauteur, quoique, dans certains cas, l'eau se soit élevée, dans le coursier, à $0^m{,}45$ au-dessus de l'orifice; mais aussi, dans d'autres, elle était de $0^m{,}50$, $0^m{,}60$ au-dessous, l'entonnoir au-dessus de l'etranguillon n'étant pas plein : ainsi la force sera représentée par $8600\, q$.

Divisant par cette expression celle de l'effet, nous aurons le rapport cherché entre l'effet et la force. Voyons ce qu'il est dans quelques-unes de nos séries d'expériences, et d'abord dans celles faites avec la plaque à coulisse, expériences rapportées plus haut.

AIRE de l'orifice.	La quantité d'eau dépensée étant de					
	0,045 mmm.		0,0357 mmm.		0,027 mmm.	
	effet.	rapp.	effet.	rapp.	effet.	rapp.
m. car.	kil.		kil.		kil.	
0,0020	56	0,145	41	0,136	28	0,122
0,0018	62	0,159	40	0,132	29,5	0,127
0,0016	65	0,169	43,4	0,141	29,4	0,127
0,0014	67	0,173	43,5	0,142	29,7	0,128
0,0012	67	0,173	44	0,147	30,1	0,130
0,0010	65	0,169	43,5	0,141	29	0,126
0,0008	»	»	42	0,137	28	0,122
0,0006	»	»	38	0,123	25	0,109

On pourrait conclure de ces expériences que le *maximum* d'effet ne correspond pas au plus grand orifice, et qu'il semble correspondre à un orifice d'autant moindre qu'on dépense moins d'eau : c'est d'ailleurs assez naturel. Nous voyons en outre qu'à orifice égal l'effet augmente dans un plus grand rapport que la quantité d'eau dépensée ; les expériences suivantes, exécutées avec un ajutage conique immédiatement placé sur la trompe, mettent ce fait en pleine évidence.

Diamètre de l'orifice.	Eau dépensée en 1".	Manomètre.	Effet produit.	Rapport de l'effet à la force.	Volume d'air émis.
mèt.	m. cub.	mil.	kil.		m. cub.
0,033	0,023	21	16	0,086	0,059
Idem.	0,028	27	23	0,106	0,067
Idem.	0,039	41	43,5	0,139	0,081
Idem.	0,043	48	55	0,152	0,089
Idem.	0,056	60	77	0,158	0,098

Voyons quel sera le rapport lorsque la trompe portera une conduite ; prenons nos expériences faites sur la conduite du ventilateur de Rancié avec une dépense de 0,027 à 0,028 mèt. cub. d'eau par seconde, et avec des ajutages de $0^m,05$, $0^m,04$ et $0^m,03$ de diamètre. Les détails en sont au Tableau N°. III, joint à mon mémoire sur la résistance que l'air éprouve dans les conduites ; je donne ici les résultats relatifs à notre objet. Je rappelle que l'effet n'est plus ici proportionnel à $H^{\frac{3}{2}}$, mais à $Hh^{\frac{1}{2}}$, H étant la hauteur du manomètre sur la trompe, et h à l'extrémité de la conduite.

Longueur de la Conduite.	Rapport de l'effet à la force, avec ajutage de		
	0m,05	0m,04	0m,03
mèt.			
100	0,103	0,106	0,102
120	0,093	0,106	0,097
140	0,106	0,119	0,110
160	0,082	0,090	0,090
200	0,091	0,101	0,097
260	0,078	0,123	0,094
300	0,109	0,117	0,110
367	0,102	0,104	0,099
387	0,107	0,096	0,098
Moyenne..	0,097	0,107	0,098

Terminons par les résultats des expériences si souvent répétées à l'extrémité de la conduite du ventilateur.

Diamètre de l'orifice.	Eau dépensée en 1".	Manomètre sur la conduite,		Effet produit.	Rapport de l'effet à la force.	Volume d'air émis.
		au commencement.	à la fin.			
mèt.	m. cub.	millim.	millim.	kil.		m. c.
0,10	0,040	40,1	0,43	40	0,111	0,075
0,05	0,033	40,5	5,33	36	0,100	0,066
0,03	0,040	54,1	30,7	41	0,114	0,057
0,03	0,033	41,0	22,1	26	0,093	0,048
0,02	0,030	54,1	47,4	23	0,088	0,032

Résumant, nous verrons que, dans notre trompe de Rancié, le rapport entre l'effet produit et la force dépensée aura varié de 0,08 à 0,15 et même à 0,17 : ainsi, terme moyen, il sera 0,12 ; c'est-à-dire que l'effet aura été moyennement le huitième de la force employée à le produire.

Quant à l'effet absolu, nous l'avons vu aller de 16 à 77 kil. élevés à un mètre en une seconde.

Nous pouvions le rendre aussi petit que nous voulions ; mais nous ne pouvions pas dépasser en grandeur un certain terme. Quel était ce *maximum ?* Il faut distinguer le cas où la trompe avait son étranguillon de $0^m,10$ de diamètre et celui où il était encore de $0^m,15$; et, dans le premier cas, nous pourrons encore distinguer l'effet à l'extrémité d'une conduite, et l'effet lorsqu'il n'y avait pas de conduite.

Le tableau précédent nous montre ce qu'il en était avec une conduite de $0^m,10$ de diamètre et 387 mètres de long ; nous y voyons, en remarquant que 0,040 mètres cubes étaient toute l'eau que la trompe pouvait recevoir, que la trompe pouvait produire

Un effet représenté en kilogrammes élevés à 1 mètre en 1''. . . . . . 40 kilogr.,
et que la quantité d'air émise était alors de. . . . . 0,075 m.cub.

L'étranguillon étant toujours de $0^m,10$, nous avons adapté immédiatement à la trompe un ajutage conique ayant $0^m,04$ de diamètre ; la dépense en eau ayant été de 0,036 mèt. cub., le manomètre s'est élevé à $0^m,0325$; on a eu par suite,

Pour l'effet produit. . . . . 45 kilogr.

Pour le volume d'air soufflé.. . . 0,10 m.cub.

Et pour le rapport de l'effet à la force dépensée. 0,146

En portant l'eau motrice à 0,040, ainsi qu'on le pouvait, l'effet eût été un peu plus grand.

Nous n'avons dans nos expériences qu'un seul exemple du *maximum* d'effet lorsque la trompe avait un étranguillon de $0^{m},15$, et encore ne puis-je garantir l'entière exactitude de la quantité d'eau dépensée dans cet exemple : elle était à-peu-près de 0,085 mèt. ; l'orifice consistait en un trou circulaire de $0^{m},05$ de diamètre, percé dans une plaque de fer-blanc ; le manomètre indiquait $0^{m},0496$. Ainsi, on avait

Pour l'effet produit. . . . . 93 kilogr.

Pour le volume d'air émis. . . . 0,193 m.cub.

Et pour le rapport entre l'effet et la force. 0,124

Un de nos hauts-fourneaux à fondre le minérai de fer, de dimension ordinaire, n'exige pas plus de 0,17 mèt. cub. de vent par sèconde (300 pieds cubes par minute), et sous une pression manométrique de $0^{m},035$: ainsi, notre trompe, qui donnait 0,19 mèt. cub. et sous une pression de $0^{m},05$, aurait été plus que suffisante pour *activer* un tel haut-fourneau : encore, à l'extrémité d'une conduite de 387 mètres et lorsque l'étranguillon a été réduit de plus de moitié, elle eût pu servir à un feu d'affinerie ou à deux feux de martinet.

Après avoir vu quel était, par rapport à la force dépensée, l'effet de notre trompe de Rancié, trompe d'une construction particulière, voyons ce qu'il sera dans les trompes en général, telles qu'elles sont employées dans les forges.

Rapport de l'effet à la force dans les trompes des forges.

Ce rapport, dans les trompes de Vicdessos, a été le grand objet des recherches que MM. Tardy et Thibaud ont faites sur ces machines. Voici, en résumé et en se tenant dans les limites où ces trompes sont réellement employées, le résultat de leurs observations. Le rapport entre l'effet et la force a été de

0,06 à 0,12 dans une trompe de 7 mèt. de haut.
0,03 à 0,10. . . . . 6 $\frac{1}{2}$
0,04 à 0,08. 6
0,03 à 0,055 4

Dans la supputation de ces rapports, on n'a pas eu égard à la contraction de la veine fluide, et il faudrait en conséquence réduire encore d'un quinzième des nombres déjà bien petits.

Mais les trompes de Vicdessos et en général celles des Pyrénées sont d'une construction vicieuse, principalement en ce qui concerne le placement des aspirateurs, et elles sont inférieures à celles en usage dans les Alpes. Ayant eu occasion de faire quelques expériences sur une de celles-ci, c'est-à-dire sur une trompe dernièrement établie, à la forge de Rabat (Ariége), d'après le mode usité en Piémont, j'ai trouvé que le rapport y était de 0,10 à 0,13 (1).

De ces observations, je crois pouvoir conclure que, dans une trompe bien proportionnée et bien

(1) Je donne ici le résultat de ces expériences, et,

construite, l'effet produit ne descendra guère au-dessous de 0,10, et qu'il s'élèvera à 0,12, 0,13, 0,14 et 0,15, la force du courant moteur étant représentée par 1, et je crois que l'on peut établir en général que l'effet sera au moins la dixième partie de la force employée à le produire.

Dans une machine à pistons, mue par une roue hydraulique à chute supérieure, il en est le quart ou le cinquième : ainsi, la trompe lui est bien inférieure relativement à l'eau dépensée; elle en exige à-peu-près le double. De plus, pour qu'elle produise un bon effet, il lui faut une chute de 5 mèt. au moins ; les expériences faites par MM. Tardy et Thibaud leur ont indiqué que l'effet des trompes croissait dans un plus grand rapport que la hauteur de la chute, presque comme le carré de cette hauteur. Car, d'ailleurs,

---

d'abord, les principales dimensions de la machine.
Elle consiste en trois arbres, dont

la longueur est..	depuis l'orifice jusqu'à l'étranguillon, de	0m,40
	depuis l'étranguillon jusqu'au tablier..........	4 ,60
Diamèt. intérieur des arbres.	immédiatement sous l'étranguillon.............	0 ,24
	en bas, près la tonne.....	0 ,15
Diamètre de l'étranguillon.............		0 ,15
Les arbres aboutissent à une tonne, ayant diamètre moyen...		0 ,70
Hauteur dans œuvre..................		1 ,68
L'eau en sort par une ouverture rectangulaire, pratiquée sur la partie inférieure de la paroi, et ayant de long..................		0 3,4
De haut......................		0 ,20

A cette ouverture, on a adapté, comme un tuyau ascendant, une caisse rectangulaire fixée contre les parois de la

et je l'ai remarqué dans un autre ouvrage, là où l'on a une grande chute et de l'eau en abondance, la trompe, considérée sous le rapport économique, est bien la meilleure des machines soufflantes : elle est la plus simple et la plus facile à bien construire ; celle qui exige le moins de frais, d'entretien et de soins ; celle dont l'action se modère et se régularise le plus aisément ; elle est susceptible de donner autant de vent, et un vent aussi fort que peuvent l'exiger les divers feux des usines métallurgiques alimentées avec du charbon de bois. Notre trompe de Rancié, qui ne consistait qu'en un simple sapin évidé et implanté sur une barrique ordinaire, qui

---

tonne, et dont le bord supérieur, ou seuil du réservoir, est à $0^m,55$ au-dessus du bord supérieur de l'ouverture.

L'arbre est percé de quatre aspirateurs rectangulaires au niveau de l'étranguillon.

Le diamètre de la buse par où sort le vent est de $0^m,037$.

EAU dépensée en 1".	Manomètre.	Effet produit.	Rapport de l'effet à la force.	Volume d'air émis.
m. cub.	millim.	kil.		m. cub.
0,077	33	38	0,098	0,085
0,080	36	43	0,108	0,088
0,090	40	50	0,112	0,092
0,100	45	60	0,120	0,097
0,123	50	70	0,114	0,107
0,143	57	85	0,119	0,108
0,168 ?	63	98	0,117	0,114
0,171	69	112	0,131	0,120

ne nous coûtait pas 300 francs mise en place (abstraction faite des conduites d'eau et d'air), aurait suffi au plus fort de ces feux, à un haut-fourneau à fondre le minérai de fer, ainsi que nous l'avons vu : les reproches que l'on fait à ces machines d'envoyer dans les *feux* des usines métallurgiques un air produisant des effets nuisibles, parce qu'il serait saturé d'humidité, ne me paraissent fondés sur aucune observation positive ni même sur aucun raisonnement convaincant (1).

Remarques relatives à l'établissement des trompes.

Les avantages des trompes, incontestables dans beaucoup de cas, me portent à faire quelques observations relatives à la disposition et à la forme à donner à ces machines.

Les arbres aboutissant à la même tonne sont au nombre d'un, deux et trois. L'expérience ne m'ayant donné aucune lumière sur les avantages de la multiplication des arbres, je ne dirai rien à ce sujet ; je serais cependant enclin à croire que, toutes choses égales d'ailleurs, dans une forte trompe, le plus grand nombre est le plus avantageux.

(1) L'état de saturation de l'air dans les trompes n'est pas même bien prouvé. Les deux seules expériences hygrométriques que je connaisse sur cet air indiquent qu'il n'est pas chargé de toute la vapeur qu'il pourrait contenir ; elles sont de MM. Tardy et Thibaud. (*Ann. des Mines,* t. VIII, page 626.) A deux époques différentes, ces judicieux observateurs ont placé un hygromètre à cheveu avec son thermomètre, successivement dans une trompe en action, dans l'usine tout près de la trompe, et en pleine atmosphère, soit à l'ombre, soit au soleil. Le tableau suivant présente et les observations faites et la quantité de vapeur aqueuse exprimée en grammes par mètre cube d'air soufflé, que j'en ai conclue, d'après les tables que MM. Dalton et

L'étranguillon de chaque arbre serait placé aussi haut que possible au-dessus du tablier, la portion de la chute comprise entre l'étranguillon et le tablier étant, d'après les observations de MM. Tardy et Thibaud, la plus efficace. Il paraît qu'il suffit que l'eau sorte de l'étranguil-

---

Gay-Lussac ont données de la force élastique de cette vapeur à différens degrés du thermomètre et de l'hygromètre.

POSITION des instrumens.	EXPÉRIENCES					
	PREMIÈRE.			SECONDE.		
	Hygromètre.	Thermom.	Quant. de vap.	Hygromètre.	Thermom.	Quant. de vap.
(A saturation)......	100°	12°	gr. 10,9	100°	6°,5	gr. 8,0
Dans la trompe......	90,5	12	8,8	92	6,5	6,6
A côté de la trompe.....	72	19	8,1	86	8	6,2
en plein air. à l'ombr.	63,5	21,5	7,5	62	9,5	3,6
en plein air. au soleil.	53	33	10,3	59	11	3,6

La quantité de vapeurs que peut contenir un espace déterminé, soit vide, soit plein d'air, augmente avec la température : ainsi, l'air des trompes, quittant une eau froide, en contiendra souvent moins que l'atmosphère ambiante : de même, une machine à pistons, dans un jour sec, au fort de l'été, portera plus d'eau dans un fourneau que ne le fera une trompe dans le jour le plus humide mais froid de l'hiver. Si la vapeur, en plus grande quantité dans le premier cas, ne nuit pas, comment nuirait-elle dans le second? Bien entendu que la trompe est disposée de ma-

lon avec une vitesse de 3 ou 4 mètres par seconde, et qu'il soit en conséquence de $0^m,45$ à $0^m,80$ au-dessous du niveau de l'eau dans le réservoir qui est sur la tête de la trompe.

Le diamètre de l'étranguillon sera tel que toute l'eau qu'on peut donner à la trompe pour produire son plus grand effet soit dépensée sous une charge de $0^m,80$.

Le diamètre intérieur de l'arbre sera plus grand, suivant l'usage, dans le rapport de 8 à 5.

La tonne aurait une forme alongée à-peu-près comme celle d'une baignoire : M. le marquis d'Orgeix en a fait construire une semblable à sa forge de Guillot (Ariége). Les deux ou trois arbres qui lui portent l'air seraient implantés parallèlement sur le large bout, et le porte-vent serait établi, verticalement d'abord, à l'autre extrémité, à la plus grande distance des arbres. Pour une très-forte trompe, celle d'un haut-fourneau par exemple, la tonne aurait $3^m,50$ de long et $1^m,50$ de hauteur. Ces dimensions seraient réduites à 3^m et $1^m,30$ pour une catalane.

---

nière à ce que l'air, à sa sortie, n'emporte pas mécaniquement une certaine quantité d'eau fluide.

Plus l'air contient de vapeur et plus il est spécifiquement léger ; celui des trompes, bien que non saturé, sera cependant presque toujours plus humide, et par conséquent un peu plus léger que l'air de l'atmosphère voisin : nous avons eu égard à cette circonstance dans le calcul de nos expériences, tant de celles citées en ce mémoire que de celles sur la résistance des conduites, 1°. en portant à 0,004 la quantité dont l'air se dilate par chaque degré du thermomètre, bien qu'en réalité ce coefficient de dilatation ne soit que de 0,00375 ; 2°. en n'ayant point égard à l'action expansive de la chaleur sur le mercure des manomètres.

Le tablier serait placé à $0^m,50$ au-dessus du fond de la tonne, immédiatement sous les arbres, joignant les parois sur le derrière et sur les côtés; il aurait environ $0^m,80$ de large, dépasserait les arbres de $0^m,15$, et serait un peu incliné en avant, ainsi qu'on le voit dans la *fig.* 12, Pl. VII.

On a deux manières de ménager l'issue de l'eau tombée dans la tonne; il faut qu'elle sorte avec facilité, mais qu'elle n'entraîne point d'air avec elle.

Dans l'une, le fond de la tonne serait ouvert, à la partie postérieure (sous le tablier), sur une largeur d'environ $0^m,60$, et la tonne serait établie dans un creux excavé sur le sol du *canal de fuite*, ayant de $1^m,10$ à $1^m,20$ de profondeur; il aurait la forme de la tonne, mais il serait un peu plus grand, de manière qu'il régnât entre ses parois revêtus de maçonnerie et la tonne un intervalle d'environ $0^m,15$ de large : la tonne poserait sur des traverses de bois, qui la tiendraient à $0^m,10$ au-dessus du fond. L'eau, après s'être brisée contre le tablier, irait, en suivant son inclinaison, se jeter vers la partie antérieure de la tonne; n'y trouvant pas d'issue, elle rebrousserait chemin pour aller sortir à la partie postérieure; sa première impulsion serait rompue, et, perdant un instant presque toute vitesse, elle laisserait échapper dans la tonne l'air qu'elle pourrait avoir encore entraîné en tombant du tablier. On éviterait ainsi le grand défaut de notre trompe de Rancié : le fond en était entièrement ouvert; l'eau, en quittant le tablier, plongeait vers la partie antérieure de la tonne (qui était aussi à une trop petite distance), et elle emmenait avec

elle, en passant sous le bord inférieur, l'air qui y était encore mêlé.

Ce mode de placer la tonne des trompes en l'enfonçant au-dessous du sol du canal de fuite, outre l'avantage de prévenir presque toute perte d'air, a peut-être encore celui d'augmenter la chute, si la chute d'une trompe doit être estimée par la distance verticale entre le niveau de l'eau sur la tête de l'arbre et le tablier, et cela sans déduction de la hauteur due à la compression de l'air dans la tonne. Par exemple, si, par suite de l'enfoncement dont je viens de parler, le tablier se trouvait à $0^m,50$ au-dessous du sol du fuyant, dès que la machine serait en jeu, l'air, acquérant plus de force élastique dans la tonne, y ferait baisser le niveau de l'eau; lorsque ce niveau serait au-dessous du tablier, alors la chute naturelle (distance entre la surface de l'eau sur la trompe et le sol du canal de fuite) serait augmentée de $0^m,50$. Dans toute autre machine, une roue hydraulique, par exemple, on aurait au contraire perdu de $0^m,30$ à $0^m,40$ de cette chute naturelle, le bas de la roue devant être d'une telle quantité au-dessus du sol du fuyant.

Mais il n'y a pas d'avantage sans inconvénient. Si, dans cette position enfoncée, on veut réparer la tonne, il faut l'en retirer; on a, de plus, à lutter contre l'envasement du creux. Là où ces inconvéniens seraient réputés majeurs, et qu'on croirait devoir s'établir au-dessus du sol du canal de fuite, on fermerait entièrement le fond de la tonne, et pour ménager une issue à l'eau, on pratiquerait, sur le bas de la partie postérieure de la tonne et attenant au fond, une ouverture de $1^m,20$ de long et de $0^m,15$ de hauteur. Devant

cette ouverture, contre les parois, on élèverait une caisse ou cheminée, ayant pareille longueur, $0^m,20$ de large, et qui arriverait jusqu'au fond supérieur ; sa partie antérieure serait ouverte ou échancrée, sous une profondeur d'environ $0^m,20$, et c'est par cette échancrure que se déverserait, après être remontée par la caisse, l'eau sortie par l'ouverture inférieure : la disposition que nous venons d'indiquer est représentée *fig.* 12, Pl. VII. Elle met à même de donner à l'air un excès de tension sur l'air atmosphérique, mesuré par une colonne d'eau d'un mètre, tension supérieure à nos besoins métallurgiques.

Il est encore une précaution sur laquelle je crois devoir insister, c'est d'éloigner, autant que possible, du tablier le porte-vent, qui prend l'air dégagé dans la tonne pour le mener aux usines. Un fait survenu dans nos expériences à Rancié me porte à cette observation. Notre trompe, avec toute l'eau qu'elle pouvait recevoir, soufflait par un ajutage de $0^m,05$ de diamètre sans présenter aucun fait extraordinaire : nous voulûmes voir de combien le manomètre baisserait si on ôtait l'ajutage et qu'on laissât entièrement ouvert l'orifice de la tonne, lequel avait $0^m,10$ de diamètre. Dès que l'ajutage fut ôté, à notre très-grande surprise, nous vîmes jaillir et s'élever à une hauteur de plusieurs mètres un torrent de gouttelettes ; lorsqu'on bouchait la moitié de l'orifice, il n'en sortait plus. La cause de ce phénomène était évidente : l'orifice était en partie au-dessus du tablier; l'eau, qui s'était brisée en tombant sur cette planche, se répandait en petites gouttes dans la partie de la tonne circonvoisine; lorsque l'orifice était très-large, l'air, ve-

nant comme du tablier, se dirigeait directement vers lui, et il s'établissait un fort courant, qui entraînait les gouttelettes; mais lorsqu'on rétrécissait l'orifice, le courant cessait d'être direct, l'air se répandait dans la tonne, les gouttes se déposaient, et le vent ne sortait plus que par suite de la force élastique de la masse générale de l'air. Le fait s'est reproduit dans nos expériences sur la conduite du ventilateur, et nous avons vu, rarement à la vérité, sortir des courans d'eau de son extrémité, et cependant l'air qui les apportait avait passé par deux coudes de 90°, et deux coudes de 135°; il avait parcouru 86 mètres, et s'était élevé de 10 mètres avant d'arriver à la galerie Becquey; dans cette galerie, et toujours en montant, il avait suivi 301 mètres de conduite. Il est certainement extraordinaire de voir un courant d'air se saisir de la forte bruine ou plutôt de la très-forte pluie qui a lieu au-dessus du tablier d'une trompe, la porter à 387 mètres de distance, sans l'abandonner dans la route étroite, longue, tortueuse et ascendante qu'il avait à parcourir; mais le fait est très-positif, et il doit être pris en considération par les ingénieurs qui auront des trompes à établir.

ERRATA.

Pour le mémoire *sur la résistance de l'air dans les conduites* (Annales des Mines, 2e. *série*, t. III.)

Page 437, lig. 28 : air, *lisez* aire.
Page 438, lig. 9 : =, *lisez* V =.
Page 460, lig. 10 : air, *lisez* aire.
Page 471, lig. 31 : $(H)^{\frac{2}{3}}$, *lisez* $(H')^{\frac{3}{2}}$.
Page 472, lig. 1 : $(H')^{\frac{2}{3}}$, *lisez* $(H')^{\frac{3}{2}}$.
Page 472, lig. 3 : *h'*, *lisez* *h*.

De la formation de la fonte blanche lamelleuse propre à la fabrication de l'acier, etc.;

Par M. STENGEL, Directeur de la forge de Hamm.

(*Extrait de plusieurs mémoires insérés dans les* Archives de M. Karsten, tome IX, p. 215; tome XIII, p. 232; *idem*, page 254, et tome XV, page 177.)

Nota. Les nombreuses recherches expérimentales de M. Stengel, les faits particuliers et fort intéressans que renferment ses mémoires; enfin, les conséquences qui résultent de ses observations relativement à la formation des fontes pour acier, pouvant donner beaucoup d'indications précieuses pour diriger les hauts-fourneaux où l'on traite le fer spathique, les hématites, et en général les minérais de fer manganésifères, tels que ceux d'Allevard, de Baigorry, on doit regretter que les mémoires de ce métallurgiste ne soient pas publiés dans leur entier, et sur-tout qu'on ait tardé jusqu'à ce jour à les faire connaître en France. L'extrait que nous présentons ici aura toutefois l'avantage de présenter réunis, dans un certain nombre de paragraphes, les faits et les principales considérations théoriques qui sont disséminés dans quatre mémoires, et les rapports en seront plus faciles à saisir.

I. *Des diverses espèces de fontes employées à la fabrication de l'acier.*

Les célèbres fabriques d'acier du comté de Lamark emploient, depuis long-temps, des fontes particulières (*rohstahleisen*), qu'elles tirent des forges situées au pied du Westerwald; elles proviennent d'un fer spathique manganésifère et d'un minérai de fer oxidé brun, *brauneisen*, espèce d'hématite brune plus ou moins riche en oxide de manganèse, qui sont fondus dans des fourneaux dont la hauteur est de 21 pieds du Rhin ($6^m,30$). Cette fonte, dite *à acier*, se trouve

dans le commerce en masseaux ou gâteaux, ayant 1 pied et demi de largeur sur 1 pouce à 1 pouce et demi d'épaisseur ; on en distingue plusieurs variétés : 1°. la fonte grise, dont la cassure présente le même aspect que la fonte grise ordinaire, à cette différence près que son grain est inégal et un peu dentelé ; 2°. une fonte truitée ; 3°. une fonte parfaitement blanche, à petits grains ; 4°. une fonte rubanée, dont la partie supérieure (après la coulée) est grise et l'inférieure blanche et cristalline ; les deux bandes sont bien nettement séparées ; la partie blanche est tantôt fibreuse, tantôt rayonnée et tantôt lamelleuse ; l'épaisseur de cette bande cristalline est d'ailleurs variable ; il arrive quelquefois que la partie grise a totalement disparu, ce qui donne lieu à la variété suivante ; 5°. fonte entièrement blanche, fibreuse ou lamelleuse.

En général, on regarde comme préférables les masseaux rubanés, dont la bande grise forme le tiers de l'épaisseur totale, et dans les forges où l'on ne peut s'en procurer pour fabriquer de l'acier, on mêle ensemble des morceaux de fonte grise et de fonte blanche.

La fragilité de ces diverses espèces de fonte est très-variable ; la grise est fort difficile à briser, sur-tout quand elle provient de mélanges où il entre beaucoup de fer oxidé brun pauvre en manganèse ; mais elle cède au premier choc lorsqu'il en est autrement ; la variété blanche se fend souvent d'elle-même en refroidissant, et celle lamelleuse se déjette toujours : elle se brise d'ailleurs facilement. Lorsque l'ouvrier qui veut faire de l'acier emploie de la fonte grise,

il tient beaucoup à ce qu'elle soit cassante ; non-seulement il a moins de peine à la travailler, mais il paraît que cette propriété annonce un bon acier.

Aux variétés précédentes, on pourrait ajouter la fonte blanche compacte, qui résulte d'un dérangement momentané du fourneau et qui se rapproche plus ou moins de la fonte blanche crue ou matte, souvent impure ; elle est peu propre à la fabrication de l'acier.

Les pesanteurs spécifiques de ces fontes sont ainsi qu'il suit :

(*a*) Fonte à acier entièrement grise, de 7,02 à 7,07 ; moyenne, sur quatre morceaux, = 7,085.

(*b*) Fonte blanche lamelleuse, de 7,6 à 7,66 ; moyenne = 7,689.

(*c*) Fonte grise transformée en fonte blanche par refroidissement subit, de 7,58 à 7,62 ; moyenne = 7,64.

(*d*) Fonte blanche compacte, obtenue par une surcharge du fourneau, de 7,61 à 7,64 ; moyenne = 7,612.

Cette dernière est peu différente des autres, ce qui fait voir que la fonte n'était pas chargée de bases terreuses.

Relativement à la composition de ces fontes, il suit des analyses de M. Karsten, consignées dans un mémoire particulier (1), que la fonte blanche lamelleuse est celle qui contient la plus forte proportion de carbone ; il la nomme fonte neutre, et y trouve moins de manganèse que dans les fontes grises dites à acier ; enfin, il considère cette fonte blanche lamelleuse, qu'on avait appelée manganésifère, comme contenant le maxi-

(1) *Annales des Mines*, nouv. série, t. I, p. 219.

mum de carbone complétement dissous par le fer. La fonte grise est, selon ce métallurgiste, un fer ductile ou un fer aciérin mêlé avec du charbon métallique, mélange qui est visible à l'œil lorsque, après avoir été fondue à une température fort élevée, elle a été refroidie lentement; ce qui n'arrive pas lorsque le refroidissement a été brusque.

A. Les propriétés de la fonte blanche lamelleuse ou miroitante (*spiegeleisen*) ont été étudiées principalement sous le rapport des changemens qu'elle éprouve par l'action de la chaleur seule ou réunie à celle de plusieurs substances, et en la plaçant dans diverses circonstances. Comparant ensuite les résultats des expériences de laboratoire avec ce qu'on observe dans les hauts-fourneaux, on a cherché à en déduire les causes de la formation de cette espèce de fonte.

On a reconnu, par des expériences faites dans des creusets, et en recouvrant la fonte de charbon ou de scories de fourneau, de sable et d'argile, qu'il n'y avait aucune action de produite sur elle par ces substances: ainsi, 1°. il n'y a pas d'altération chimique de la fonte, quoique d'ailleurs il se dépose toujours du graphite dans les cavités où se trouve le culot métallique; mais cela paraît tenir uniquement à la force de cristallisation, dans le cas où la chaleur ayant été très-forte, le refroidissement s'est ensuite opéré lentement.

Un autre fait qui se rattache à ces expériences, c'est que le graphite, qui est séparé de certaines fontes (*celles lamelleuses*) après la coulée, ou bien qui demeure adhérent aux laitiers, est d'autant plus abondant que la température est plus

élevée dans le creuset : d'où il suit que de la fonte très-chaude n'est pas disposée à s'assimiler ou même à retenir le carbone, et qu'au contraire elle s'en débarrasse en se refroidissant lentement; 2°. la fonte blanche lamelleuse ou miroitante, soumise aux expériences précédentes, est demeurée quelquefois en partie dans son état primitif et d'autres fois elle a été changée en fonte grise, soit qu'elle eût été recouverte ou non de substances capables d'agir sur elle, et celles-ci n'ont pas paru avoir d'influence sur le résultat. Ce changement dépend de deux conditions également essentielles, une haute température et un refroidissement lent, qui succède : ainsi, l'on doit admettre que la séparation du charbon a lieu dans la fonte à une haute température sans l'influence d'aucune action chimique. Mais il y a aussi des exemples de décomposition de la fonte par certaines substances : ayant fondu 15 grammes de fonte lamelleuse avec 30 de craie en poudre, on ne trouva point de culot de métal, mais une masse agglutinée offrant un mélange de fer ductile et d'acier ; le charbon de la fonte a dû agir sur l'acide carbonique de la craie pour le convertir en gaz oxide de carbone ; la chaux pure agit aussi sur la fonte pour la décarboner : car si l'on fond cette substance sous de la chaux caustique, on la trouve changée en un fer aciéreux forgeable ; mais on obtient plus promptement ce résultat avec du carbonate de chaux et même avec celui de potasse.

La même fonte, fondue sous du sel marin décrépité, a présenté un culot environné d'une matière noire et tachante comme de la suie ; ce

culot était de fonte grise, et la perte en poids était de $\frac{1}{3}$ pour 100. La conversion avait été très-prompte, ce qu'on explique par la fluidité des scories qui avaient préservé cette fonte d'un refroidissement brusque et du contact de l'air; car il ne paraît pas que le sel lui-même ou la silice et l'alumine du creuset aient pu concourir à cet effet, puisqu'il n'en proviendrait pas de la fonte grise, mais plutôt, comme on l'a vu avec la chaux et la potasse, du fer ductile.

On a varié de diverses manières les expériences destinées à reconnaître les effets du refroidissement, qui rend blanches toutes les fontes, lorsqu'il est rapide, et en laisse quelques-unes grises lorsqu'il est opéré lentement : celles qu'un refroidissement prompt ou lent laisse blanches au sortir du fourneau, sont dites blanches naturellement, et c'est parmi celles-ci que se trouve rangée la fonte blanche lamelleuse; en la faisant refroidir avec toutes les précautions possibles, elle ne devient point grise; mais il peut en être autrement si on la refond à une température très-élevée.

De la fonte lamelleuse qui, au sortir du fourneau, était réunie avec une bande grise, fut puisée et versée dans un creuset de Hesse brasqué de charbon, préalablement chauffé au rouge blanc; on la recouvrit de laitier liquide, et le tout fut maintenu rouge pendant quatre heures, après lesquelles on la laissa refroidir; le culot solidifié avait une bande grise d'une largeur exactement proportionnée à celle de la fonte coulée en masse hors du fourneau. Si cette même fonte est refroidie très-brusquement au sortir du

fourneau, comme on le fait en la projetant par petites parties sur une plaque de fer froide, la portion grise disparaît en entier.

Une fonte blanche à petites facettes n'a point changé d'apparence par un refroidissement très-lent au sortir du fourneau.

Ces expériences répétées ont montré que les fontes blanches, soumises à une température moindre que celle de l'intérieur du fourneau où elles ont été formées, ne deviennent point grises, quel que soit le mode de leur refroidissement.

De nombreuses expériences ont prouvé que la fonte blanche lamelleuse, fondue à une haute température et tenue pendant un certain temps (trois heures) exposée à une très-forte chaleur, dans un creuset de Hesse fermé, soit qu'elle eût été ou non recouverte d'une substance, comme laitier ou sable, etc., et en la laissant ensuite refroidir dans le fourneau même où les charbons se consumaient, tout tirage étant arrêté, se convertit en un culot de fonte grise : par là, il est bien démontré que la condition principale de la conversion de la fonte blanche lamelleuse en fonte grise est celle de la fusion à une très-forte chaleur, le refroidissement lent qui succède n'ayant d'autre but que celui d'empêcher la fonte qui aurait pu être grise de se montrer blanche et grenue, comme il arrive pour toutes celles qu'on refroidit brusquement. C'est donc l'élévation de la température seule (1) qui produit le change-

(1) M. Karsten, tout en reconnaissant qu'il ne s'exerce aucune action chimique entre la fonte lamelleuse et les laitiers lorsqu'on en fait l'expérience, pense qu'il y en a une bien réelle entre ces substances, dans le creuset du

ment de nature, et il faut étendre cette conclusion au cas où la fonte se forme dans le fourneau : ainsi, de la fonte lamelleuse, formée à une très-haute température, montre une bande grise très-prononcée après sa coagulation, opérée au bout de 4 minutes dans la cuiller qui a servi à la puiser ; au contraire, la fonte de même espèce, formée à une température bien moins élevée, par une charge plus considérable de minérai, se montre, après un refroidissement qui a eu lieu de la même manière, avec de petites facettes, ou rayonnée, et sans aucune partie grise.

B. *De la fonte rubanée.*

Le singulier phénomène de la séparation de la fonte grise et de la fonte blanche en deux bandes distinctes dans une même masse, et dont l'épaisseur est variable suivant de certaines circonstances, méritait d'être étudié avec soin : on a reconnu,

1°. Que la partie blanche de la fonte lamelleuse, rayonnée ou même grenue, est constamment placée en bas, tandis que la bande grise occupe la partie supérieure des masseaux (1).

---

fourneau, lors de la conversion de la fonte blanche lamelleuse en fonte grise : ses expériences (*Archives*, tome 13, page 222) prouvent que la fonte enlève du manganèse aux laitiers, et qu'alors du charbon sort de la fonte en réduisant l'oxide de manganèse : toutefois, cette circonstance ne lui paraît pas être une condition de sa conversion. (*Arch. de M. Karsten*, tome 15, page 177.)

(1) On a cependant observé une circonstance où la disposition de ces fontes était dans un ordre inverse du précédent ; c'est-à-dire la bande grise en dessous et la partie blanche par-dessus : à la vérité, la fonte blanche n'était pas lamelleuse, mais seulement rayonnée ; on attribuait ce

2°. Que la fonte rubanée ne se montre jamais que dans le cas où l'on forme une fonte lamelleuse (1).

On a pu croire d'abord que la présence d'une bande blanche à la partie inférieure des masses moulées résultait d'un refroidissement brusque opéré au contact du moule ou par l'humidité du sable; mais il fut facile de reconnaître que cette cause n'a aucune influence dans le cas dont il s'agit: car si l'on puise de la fonte avec une cuiller, et que l'on plonge celle-ci dans de l'eau, on y reconnaît les mêmes bandes après la coagulation que lorsque le métal s'est refroidi dans la fosse à masseaux.

3°. Les fontes blanche et grise existent ensemble dans le creuset du haut fourneau, et elles se séparent l'une de l'autre, soit dans ce creuset même, soit dans la fosse où on les coule. Pour s'en assurer, on a puisé de la fonte à la surface du bain et avec précaution; après son refroidissement, elle était entièrement grise; ayant ensuite fait la coulée, les masseaux se trouvèrent, comme à l'ordinaire, formés d'une partie blan-

---

fait à ce que la partie grise ne contenait point de manganèse et se trouvait alors d'une plus grande pesanteur spécifique que celle blanche. Ce qu'il y a de plus certain, c'est qu'on a obtenu ce résultat pendant toute une campagne, en fondant un mélange dans lequel il entrait jusqu'à un tiers de minérai de fer oxidé brun (*braun eisen stein*) *non manganésifère*.

(1) Et encore faut-il ajouter qu'elle ne se montre pas toujours dans ce cas: c'est ainsi que les fourneaux de la Savoie, qui donnent constamment de la fonte blanche lamelleuse, recherchée pour la fabrication de l'acier, ne produisent point de fonte rubanée; du moins on n'en a point cité. *A. G.*

che en dessous et d'une bande grise par-dessus.

4°. La séparation des deux espèces de fonte ne paraît d'ailleurs devoir être attribuée qu'à la différence de leurs pesanteurs spécifiques, la fonte grise étant ordinairement moins dense que la blanche(1). Les conditions de cette séparation se réduisent à celles d'une parfaite liquidité et d'un certain temps de repos.

On doit penser que la fonte truitée ou mêlée, produite dans un grand nombre de fourneaux, est ainsi formée de fontes de deux espèces, qui n'ont pu se séparer, soit parce que leur fluidité n'était pas assez grande, soit parce que leurs densités ne différaient pas assez l'une de l'autre.

Une des conséquences qu'il faut tirer de la coexistence des deux espèces de fonte blanche et grise dans un fourneau, c'est que le passage ou la conversion de l'une dans l'autre n'est pas aussi facile qu'on a pu l'imaginer. Les expériences citées précédemment ont fait connaître les circonstances qui déterminent le changement de la fonte blanche lamelleuse en fonte grise, en opérant dans un petit creuset; mais il reste à rechercher quelles sont les causes de la formation de la fonte lamelleuse et celles de la formation de la fonte grise dans les fourneaux où l'on réduit les minérais de fer.

La production de la fonte rubanée étant un

(1) Il n'y a rien qui doive surprendre, dit M. Karsten, en voyant la fonte blanche, que j'ai trouvée contenir la plus forte proportion de carbone, avoir une pesanteur spécifique plus grande que celle de la fonte grise qui en renferme moins; car le fer olygiste est plus dense que le fer oxidulé, le persulfure de fer plus dense que la pyrite magnétique ou protosulfure, etc.

accessoire de celle de la fonte lamelleuse, on s'occupera en même temps de l'une et de l'autre.

II. *De la production des diverses sortes de fonte dans les fourneaux de Hamm.*

Dans beaucoup de forges de ce pays, la production de la fonte blanche lamelleuse, qui est la plus estimée, dépend encore du hasard, quoiqu'on sache d'ailleurs très-bien qu'il faut employer de certains minérais, à l'exclusion de quelques autres; il en est de même pour la fonte rubanée, que l'on cherche le plus souvent à obtenir : cependant, on s'est efforcé, dans ces derniers temps, de conduire les fourneaux de manière à obtenir constamment l'espèce de fonte qui était demandée; pour cela, il a fallu observer avec le plus grand soin les circonstances qui influent sur la marche des fourneaux, et faire beaucoup d'essais dont les résultats sont du plus haut intérêt pour l'art des forges. Nous allons les exposer avec méthode, et le plus succinctement qu'il sera possible. Les minérais dont il sera question ont été analysés par M. Karsten. (Voy. les *Archives*, t. 13, et les *Annales des Mines*, nouvelle série, t. Ier., 2e. livraison.)

A. *Production de la fonte grise.*

Au commencement d'une campagne, on ne charge que fort peu de minérai, ne faisant porter au combustible que trois, puis quatre, cinq, et seulement à la fin de la première semaine six mesures [*troege*] (1) de minérais mêlés : alors on

(1) Six mesures et un quart présentent un volume de 2,22 pieds cub. du Rhin.

n'obtient jamais que de la fonte grise, comme cela se voit dans les fourneaux qui donnent de la fonte ordinaire pour le moulage ou la fabrication du fer forgé; le laitier est épais, d'un blanc de lait, vitreux dans sa cassure et exempt d'oxide de fer; sa surface est brune et présente des paillettes de graphite; il écume fortement lorsqu'on l'arrose avec de l'eau, ce qui est l'indice d'une allure chaude du fourneau.

La fonte lamelleuse se montre ensuite à mesure qu'on augmente les charges, d'abord mêlée de fonte grise, dont la proportion diminue progressivement jusqu'à ne présenter plus qu'une bande fort mince; le laitier conserve toujours la même apparence et les mêmes propriétés. On arrive à un point où, en augmentant d'*un quart* de mesure la charge en minérai, on obtient de la fonte entièrement blanche, rayonnée ou lamelleuse; le laitier est alors d'un vert clair, et si l'on maintenait cette charge, il deviendrait aussi liquide que de l'eau; c'est le caractère du commencement de l'allure froide: il est vert-pomme, et, dans sa cassure, souvent pierreux. Le graphite a disparu de sa surface et les masseaux, même lorsqu'ils restent long-temps à se figer, prennent une texture à grains fins sans nulle cristallisation; le fourneau se refroidissant de plus en plus, la fonte est crue (impure), et il faut diminuer la charge en minérai pour reproduire la fonte lamelleuse et ne pas trop réduire le produit du fourneau. Cette fonte grenue est semblable à celle que l'on produit pour en obtenir facilement du fer forgé; les ouvriers qui veulent s'en servir pour fabriquer de l'acier la mêlent avec d'autre. Cependant, dans cette circonstance, avec notre

mine d'acier (*stahlstein*), qui est facilement fusible, la tuyère reste toujours claire, et le seul résultat d'une surcharge est la diminution du produit en fonte; cinq mesures et demie donnent de la fonte grise, et six et demie de la fonte blanche non lamelleuse.

Dans le cours d'un fondage, les circonstances qui influent sur la formation de la fonte grise, soit seule, soit réunie à de la fonte blanche, sont assez variées, mais toujours liées avec celles qui déterminent le degré de chaleur du fourneau et la hauteur du point de fusion.

1°. La fonte grise est produite, comme on sait, toutes les fois que la proportion du combustible est forte relativement à celle du minérai, et cela arrive toujours dans les premiers jours d'une campagne; de plus, la dureté du charbon, une plus grande densité, ce qu'on appelle un charbon *fort*, par opposition à celui qui est dit *léger*; enfin, celui qui est en plus gros morceaux, pouvant porter plus de minérai que le charbon qui a les qualités opposées, il faut avoir égard à toutes ces circonstances pour maintenir l'état quelconque d'un fourneau, et lorsque le combustible vient à changer, on doit y proportionner les charges en minérai; sans quoi, la nature de la fonte change elle-même. C'est ainsi que, pour un charbon léger, on met ordinairement un quart de mesure de minérai de moins par charge, ce qui tend à maintenir les rapports entre les poids primitifs de combustible et de matière à fondre.

La fonte grise se forme en plus forte proportion lorsque le combustible se trouve plus abon-

dant dans l'ouvrage, et alors le point de fusion est plus élevé ; lorsque le charbon se consume plus rapidement, la durée du séjour du fer dans l'ouvrage paraît moins favorable à la formation de la fonte blanche lamelleuse et davantage à celle de la fonte grise, et elle dépend de la hauteur du point de fusion et de la consistance des laitiers. Comme la température de l'ouvrage augmente ou diminue suivant les proportions qui existent entre la quantité de minérai qui s'y trouve et celle du combustible qui y brûle, *on doit considérer l'état de la température dans l'ouvrage d'un haut-fourneau, comme la cause principale de la formation des diverses espèces de fonte à acier.*

2°. *Influence de la nature des minérais.* On sait qu'en général les minérais difficiles à fondre donnent de la fonte grise, tandis que ce n'est qu'avec ceux d'une fusion facile que l'on obtient la fonte blanche lamelleuse. M. Karsten dit que l'on a toujours de la fonte blanche brillante lorsqu'on fond des minérais riches en manganèse, cela n'est pas exact; car, dans quelques forges, on obtient de la fonte grise avec ces minérais chargés en faible proportion, et c'est ce qui a lieu constamment au commencement d'un fondage; mais il est plus vrai de dire que l'on n'a encore obtenu des fontes blanches lamelleuses que des minérais manganésifères.

On a eu occasion d'observer plusieurs fois, au fourneau de Hamm, que, par une faible charge de minérai contenant du manganèse (fer spathique et fer oxidé brun), on avait de la fonte grise, et qu'en augmentant la charge la fonte

devenait blanche lamelleuse et très-belle. On fit divers essais pour constater l'exactitude de cette observation.

Ayant employé un mélange composé des deux tiers de fer spathique et d'un tiers de fer oxidé brun manganésifère, on conduisit le fourneau de manière à obtenir, pendant plusieurs coulées, de la fonte blanche lamelleuse; après cela, on diminua peu à peu la charge en minérai; on la réduisit d'abord de cinq à quatre mesures, laissant toujours la même quantité de charbon; puis on ne mit que trois mesures, et enfin deux, et une seule, ayant soin de continuer le même chargement pendant vingt-quatre heures : avec cinq mesures, le produit était de la fonte blanche à grandes lames; avec quatre mesures, on obtint un premier masseau, qui présentait un bord gris; mais ceux que l'on coula ensuite étaient gris, quoique mêlés de quelques parties blanches assez larges. La fonte produite avec trois mesures de minérai était grise, à grains fins, avec de très-petites mouches blanches; la fonte, correspondante à la charge de deux mesures, était comme la précédente, et celle donnée par la charge, réduite à une mesure, offrait des taches blanches plus visibles, et, en total, la couleur de la fonte était moins grise. On voyait plus de graphite sur le laitier et sur la fonte provenant de la charge de trois mesures que sur ceux produits par de moindres charges. Dans cette circonstance, les laitiers étaient épais et ne pouvaient couler d'eux-mêmes hors du creuset.

Après cela, on reprit la charge de six mesures de minérai qui donnait de la fonte blanche compacte, et il s'y montra pourtant des lames avec

un bord gris ; mais celui-ci disparut aux coulées suivantes, et la fonte redevint tout-à-fait compacte : au-delà de six mesures, commençait l'allure très-froide, qui donnait de la fonte crue, dont nous parlerons.

L'influence de l'oxide de manganèse sur la production des fontes de diverses espèces est fort remarquable et paraît toujours opposée à la formation de la fonte grise, quoique celle-ci soit cependant produite dans certaines circonstances; on doit considérer cette influence sous deux rapports : il paraît d'abord que le manganèse métallique, en se combinant avec le fer carboné, quoique en petite portion, empêche, jusqu'à un certain point, la conversion de la fonte blanche en fonte grise ; d'un autre côté, l'oxide de manganèse, étant un fondant très-actif, contribue beaucoup à la fluidité des laitiers, à température égale dans le fourneau ; il y a des laitiers qui contiennent 20 et jusqu'à 30 pour 100 d'oxide de manganèse.

On remarque, même parmi les fontes grises, que celles qui renferment du manganèse sont toujours plus faciles à briser que les autres ; car celles provenant de minérais pauvres en manganèse sont très-tenaces. Quand on travaille les fontes pour faire de l'acier de forge, il passe toujours de l'oxide de manganèse dans les scories : au reste, cet oxide étant fort difficile à réduire, sur-tout relativement à celui de fer, la fonte n'en contient jamais que quelques centièmes; suivant M. Karsten, c'est 3 ou 3 $\frac{7}{40}$, et bien moins suivant d'autres : ainsi, la plus grande partie de cet oxide passe du minérai dans les laitiers du haut-fourneau.

Les minérais argileux et siliceux montrent des dispositions contraires à ceux qui contiennent du manganèse; c'est-à-dire qu'ils donnent de la fonte grise par une allure chaude, de la fonte truitée par une allure moyenne, et de la fonte blanche compacte et souvent fort impure par une allure froide résultant d'une surcharge de minérai.

3°. *Influence de l'état des minérais, de leur grillage, de l'humidité qu'ils renferment, etc.*

Lorsque, dans le fourneau de Hamm, on a chargé des minérais crus ou mal grillés de *Hohegrælhe*, on a toujours obtenu de la fonte grise par une allure chaude, tandis qu'on obtenait la plus belle fonte lamelleuse lorsque le minérai avait été parfaitement grillé; on pouvait cependant reconnaître que l'état du fourneau était le même dans les deux cas, car la flamme, sortant du gueulard, avait la même intensité; le graphite se montrait également sur les laitiers, et les autres indices étaient les mêmes. Cependant, la fluidité des laitiers était différente, et lorsque les masseaux étaient gris, ces laitiers coulaient plus lentement que pour la fonte blanche lamelleuse; mais, après leur refroidissement, ils avaient la plus parfaite ressemblance. On conçoit, en effet, que dans le cas d'un minérai qui n'a point été grillé ou qui l'a été mal, la réduction de l'oxide de fer s'opère trop bas dans le fourneau, et il y a refroidissement jusque dans l'ouvrage, par suite du dégagement de l'humidité et des gaz.

Dans toutes les circonstances où le laitier est épais et visqueux, il se produit beaucoup plus de fonte grise: ainsi, pour des laitiers très-con-

sistans, que l'on a lorsqu'on ajoute des matières terreuses au minérai (par exemple, de l'argile sèche en telle proportion que le fer ne se trouve plus dans le mélange que pour un cinquième), il peut arriver qu'on n'obtienne plus que de la fonte grise du même minérai, qui, fondu seul, aurait donné de la fonte blanche lamelleuse : c'est ainsi qu'à l'Eiffel, où l'on traite un braunstein fort argileux, la fonte produite par l'allure ordinaire du fourneau est grise, à grains fins, avec des particules de graphite, et souvent le laitier présente de grandes lames de ce dernier; mais lorsque, par un lavage convenable, on a débarrassé le minérai de la plus grande partie de l'argile qu'il renfermait, la fonte produite par la même allure du fourneau est moins grise et le graphite est plus rare.

Il paraît que la fonte grise à acier, que l'on obtient dans les fourneaux de Hamm, n'est que de la fonte lamelleuse, ainsi formée dans le fourneau, mais qui devient grise en passant devant la tuyère, en supposant toutefois qu'elle a été suffisamment enveloppée de laitiers. Ce qui semble indiquer le refroidissement qu'elle a éprouvé dans cette circonstance, c'est que les masseaux, formés de beaucoup de fonte grise, se figent plus promptement à leur surface que ceux formés de fonte blanche lamelleuse.

B. *Production de la fonte blanche, grenue ou compacte.*

Comme dans tous les fourneaux, cette espèce de fonte est produite par une allure froide : ainsi dans les essais dont nous venons de parler, lorsqu'on obtenait de la fonte blanche compacte par

une marche régulière du fourneau, si l'on augmentait la charge en minérai, en la portant subitement à huit et ensuite à dix mesures, le fourneau était visiblement surchargé; les charges descendaient lentement; les laitiers, qui précédemment étaient blancs ou blancs-verdâtres, avaient pris une couleur d'un brun rouge ou d'un brun noir, et ressemblaient souvent à des scories de forge. La fonte qui coulait était pâteuse; elle se solidifiait promptement, et présentait ensuite une couleur d'un blanc d'argent avec des vides intérieurs : c'étaient des indices certains de l'allure froide (*rohgang*). En continuant de fondre ainsi, il arriva qu'après une coulée, il resta dans le creuset une masse de fer affiné qu'on n'en put pas retirer.

Ces essais furent faits à la fin d'un fondage, afin de ne porter aucun préjudice à l'établissement: avant de les terminer, on pratiqua un trou assez large dans le voisinage des étalages et pour pénétrer jusque dans l'ouvrage : le minérai qu'on en retira n'était point fondu; les arêtes des morceaux n'étaient pas même arrondies, mais le fer était complétement réduit jusque dans l'intérieur des masses, et il était si mou qu'on le coupait avec un couteau : ainsi, dans cet endroit du fourneau, le métal n'avait pas encore pris la moindre portion de carbone en combinaison. Ce fait prouve que l'oxide de fer se réduit par cémentation long-temps avant de se fondre, et que le charbon ne se combine avec le métal que lentement, peu à peu, et en raison de la température et de la durée de son contact avec le charbon, et non pas au moment de sa réduction et dans la proportion du maximum.

C'est ce qui explique la formation de la fonte blanche grenue ou matte, qui a lieu toutes les fois que le fer n'atteint pas une température suffisante ou ne demeure pas pendant assez longtemps en contact avec le charbon.

Dans nos fourneaux, on obtient de la fonte blanche compacte par un dérangement momentané dans leur marche : par exemple, lorsque l'on continue de faire des charges égales sur du charbon qui est plus léger qu'auparavant, le laitier se charge alors d'oxide de fer et devient plus fluide; cette fonte paraît quelquefois avoir le même degré de chaleur que la fonte lamelleuse, mais elle ne cristallise pas, ce qui tient sans doute à une différence dans sa composition. Si l'on observe par l'ouverture de la tuyère ce qui se passe dans le fourneau pendant que cette fonte est produite, on voit des morceaux de matière de la grosseur d'un œuf, qui descendent dans un état pâteux et ne se fondent complétement que devant la tuyère ou même au-dessous, dans le laitier qui recouvre le bain de fonte; cette circonstance n'a pas lieu lorsque l'allure du fourneau est suffisamment chaude, et elle est l'indice d'une réduction et d'une carbonisation imparfaites : c'est en même temps la preuve que le point de fusion est descendu trop bas. Dans cet état de choses, il ne peut se former de combinaison en forte proportion avec le charbon, parce qu'il faudrait pour cela un contact plus prolongé du métal avec ce combustible et une chaleur plus forte et plus soutenue, que l'on ne peut obtenir qu'en diminuant la charge en minérai. Lorsque les matières fondent, ainsi que nous l'avons dit, devant la tuyère ou au-dessous, le

laitier se charge de beaucoup d'oxide de fer, et en même temps la fonte qui se sépare retient des bases terreuses, tandis qu'elle les aurait probablement rejetées en se combinant avec le carbone et par un plus long séjour dans l'ouvrage : la fonte a donc réellement des propriétés et une composition différentes, suivant le mode de sa formation, et, dans tous les cas, celle obtenue d'une allure froide n'est pas propre à la fabrication de l'acier ; il y a lieu de croire qu'elle est d'autant moins pure que l'allure a été plus froide.

On connaît d'autres moyens d'obtenir de la fonte blanche grenue (matte) et l'un d'eux est fort analogue, dans sa manière d'agir, avec ce qui se passe dans un fourneau qui s'est refroidi.

Quand le creuset d'un fourneau est rempli de fonte grise, on y introduit, par portions et successivement, par la tuyère environ un quart de boisseau de fer oxidé brun manganésifère, sec et pilé ; il se fond aisément, et se dissout (principalement au-dessous de la tuyère) dans le laitier, qui devient alors vert et acquiert une grande fluidité ; la fonte que l'on obtient après cela est blanche et mate ; il y a un grand refroidissement dans le creuset et la partie inférieure de l'ouvrage ; la fonte qui tombe dans ce laitier ferrugineux perd une partie de son charbon et se combine avec des métaux terreux ; elle possède toutes les propriétés de la fonte crue, formée par une surcharge de minérai ou par le refroidissement d'un fourneau. La nature du laitier qui l'accompagne est aussi la même dans les deux cas. Cette manière de transformer de la fonte grise en fonte blanche est désignée, dans les forges

des bords du Rhin, par l'expression de *futtern ;* on l'emploie particulièrement lorsque la fonte produite est trop graphiteuse, et en faisant varier la dose de minérai projetée, selon que la fonte est plus ou moins grise ; on lui enlève ainsi une partie de son carbone, et l'on obtient un produit mieux préparé pour l'affinage qui doit former du fer en barres.

Un autre procédé de conversion de la fonte grise en fonte blanche, mais qui n'a pas, comme le précédent, l'inconvénient d'en altérer la pureté, consiste à introduire dans le creuset du fourneau, supposé contenir de la fonte grise, des morceaux froids de fonte de la même espèce et du poids de 50 à 60 livres ; toute la fonte est convertie en fonte blanche, qui ne devient jamais cristalline, sa cassure demeurant toujours compacte ou à grains fins : ce changement paraît résulter uniquement du refroidissement qui a lieu dans le creuset, et comme cette fonte blanche est aussi pure que la grise qui l'a formée, elle pourrait peut-être remplacer la fonte lamelleuse ou rubanée dans la fabrication de l'acier.

C. *Formation de la fonte blanche lamelleuse et de la fonte rubanée.*

Nous allons d'abord faire connaître quelles sont les circonstances dans lesquelles ces fontes sont ordinairement formées dans les fourneaux du pays de Siegen, puis nous indiquerons les conjectures théoriques relatives à sa formation.

La fonte blanche cristallisée, que l'on obtient par une conduite bien ménagée du fourneau, offre en général une couleur d'un blanc d'argent qui varie peu ; mais l'éclat augmente avec

les lames, en sorte qu'il est moindre pour la fonte rayonnée. Il y a d'ailleurs des passages de la fonte lamelleuse à celle rayonnée, puis à celle compacte ou à petits grains; la pesanteur spécifique est toujours la même et plus grande que celle de la fonte grise. La largeur des lames dans la fonte blanche est un indice de la facilité de sa formation; car lorsque cette largeur diminue, on n'obtient bientôt plus que de la fonte rayonnée, puis elle vient compacte; c'est le commencement de l'effet d'une allure froide du fourneau : mais souvent la cristallisation seule a manqué, et la nature d'une fonte compacte est la même que celle d'une fonte qui a pris des lames cristallines en refroidissant; cela tient au degré de chaleur du métal au moment de sa sortie du creuset. Toutefois, cette fonte pure, mais sans apparence de cristallisation, ne peut être distinguée de la fonte crue (impure), si ce n'est par les circonstances qui ont présidé à sa formation : ainsi, les laitiers qui accompagnent cette dernière sont d'un vert foncé très-liquide, et la tuyère reste obscure, parce qu'il y a surcharge de minérai; mais la fonte blanche pure, à laquelle la cristallisation a manqué, et qui peut servir à la fabrication de l'acier, comme celle lamelleuse, peut également devoir son état à ce que les charges en minérai ont été un peu fortes; la tuyère reste claire, et les laitiers sont d'un vert brunâtre et un peu pierreux.

Il résulte de toutes les observations et de tous les essais qui ont été faits relativement à la production de la fonte blanche lamelleuse, qu'on ne l'obtient jamais qu'accompagnée de laitiers aisément fusibles, très-fluides, et d'ailleurs avec une faible charge de minérai comme avec une plus

forte, pourvu que, dans tous les cas, la température du fourneau soit fort élevée. La haute température de l'ouvrage est une condition si essentielle de la production de la fonte blanche lamelleuse, que lorsque cette fonte refroidie montre les plus belles lames, c'est que sa liquidité, au moment de la coulée, était très-grande; on observe que son refroidissement (la solidification) a été plus lent que dans le cas d'une fonte moins lamelleuse; il en est de même pour les laitiers qui l'accompagnent et qui sont d'autant plus liquides que la fonte se montrera plus lamelleuse, en supposant toujours qu'ils ne sont pas chargés d'oxide de fer ou très-impurs (*ungaare*) ou crus.

Pour remplir avec succès les conditions de la formation de cette fonte (à Hamm), il convient que les minérais soient très-purs et bien grillés; ceux manganésifères sont les plus avantageux.

(*a*) *Influence des minérais et mélanges passés au fourneau.*

Les mélanges de minérais que l'on forme pour obtenir des fontes à acier sont toujours d'une fusion facile, tandis que, pour avoir de la fonte propre à la fabrication du fer, il faut fondre des mélanges réfractaires.

Pour les premières, on emploie d'ailleurs diverses sortes de minérais. Près de Kirchen, on traite des fers oxidés bruns manganésifères, que l'on exploite aux mines de Holler, et qui sont très-convenables pour cet objet, même en les fondant sans addition de fer spathique; d'autres minérais, qui ne contiennent qu'une petite proportion de manganèse, ne produisent qu'une fonte impropre à la fabrication de l'acier, même lorsque les trois quarts du mélange se composent

de fer spathique, et que l'allure du fourneau est chaude: cette observation a été faite, à Hamm, dans plusieurs essais, où l'on fondit des mélanges de minérais, dont l'un contenait beaucoup de manganèse et l'autre fort peu. On remarqua que moins on employait du premier et plus il était difficile, toutes choses égales d'ailleurs, d'obtenir de la fonte blanche lamelleuse; la même conduite de fourneau, qui produisait cette espèce de fonte lorsque le mélange était fort manganésifère et les laitiers très-fluides, donnait de la fonte grise lorsque le mélange de minérais ne remplissait pas ces conditions. Quelquefois un minérai qui donne de la fonte grise produira de la fonte blanche lamelleuse, par une légère augmentation dans la charge, pourvu que les laitiers demeurent bien liquides et le fourneau très-chaud.

Dans d'autres essais, et en employant des minérais de Pfaffeneisen, on obtint, pendant quinze jours consécutifs, une fonte blanche avec de belles lames; ayant ensuite remplacé un tiers de la charge par du fer oxidé brun de Huth, pauvre en manganèse, le premier masseau qu'on coula n'avait déjà plus la structure lamelleuse et il fut impossible de la reproduire : les laitiers, quoique fondus complétement, n'avaient pas une grande liquidité ; mais lorsqu'on eut ajouté au mélange plusieurs boisseaux de pierre calcaire, ils devinrent plus fluides, et l'on eut quelques masseaux lamelleux, qui, cependant, n'avaient pas un aspect argentin comme auparavant.

Il paraît donc qu'un laitier très-fluide accompagne toujours la fonte blanche lamelleuse et qu'elle ne peut se former sans lui : cela est si vrai qu'à Siegen, lorsqu'on veut éviter la forma-

tion de la fonte lamelleuse, on ajoute du sable quartzeux au mélange, et les laitiers cessent d'être aussi fluides qu'avant.

On obtient aussi de la fonte lamelleuse, dans quelques forges, en traitant du fer spathique mêlé avec un peu de fer oxidé brun ou un peu de schiste argileux pour modérer l'allure chaude. On parvient au même résultat dans la forge de Morsbach sans griller le minérai, tandis qu'à Hamm, et avec les fers spathiques de Hohegrœthe, il est impossible d'obtenir de la fonte blanche lamelleuse sans cette préparation du minérai; on s'en est assuré par des essais réitérés.

Cette espèce de fonte n'a été produite, pendant long-temps, qu'accidentellement, quoique, d'ailleurs, elle jouisse d'une grande réputation; sans doute, parce que le minérai (dit mine d'acier) contient beaucoup moins de pyrite cuivreuse que d'autres fers spathiques de ces contrées.

A Wissen, des minérais cuprifères, mais purifiés par un fort grillage, produisent des fontes blanches qui coulent très-chaudes et qui prennent des lames par refroidissement. La cause de cette plus forte chaleur de la fonte (et de sa grande fluidité) paraît dépendre des sels cuivreux contenus dans les minérais grillés; car on sait que le cuivre rend les laitiers très-liquides (1).

A Morsbach, où la fonte produite est presque toujours blanche et lamelleuse lorsque le fourneau n'est pas surchargé, le minérai, dit-on, contient toujours du cuivre. Toutefois, il n'est pas à

---

(1) La production accidentelle d'une fonte blanche lamelleuse dans le fourneau de Rioupérou (Isère) avait sans doute la même cause, puisque M. Berthier y a trouvé du cuivre, en quantité notable. *A. G.*

supposer que ce soit ce métal qui influe directement sur la formation de cette espèce de fonte, et il est visible qu'il suffit de donner à la fonte blanche une chaleur convenable, pour qu'elle prenne ensuite des lames dans la fosse où on la moule; quelques autres faits viennent à l'appui de cette manière de voir, en montrant que les mélanges les plus fusibles, quelles qu'en soient les causes, produisent le même effet.

Parmi les minérais qui donnent de la fonte blanche lamelleuse, on en voit qui contiennent soit de la pierre calcaire, soit du manganèse oxidé ou de la pyrite de fer ou de cuivre, ou bien du falherz (1), ou de la galène, qui, à une température convenable, produisent une grande liquidité des laitiers et une fonte lamelleuse. Lorsque les minérais se montrent réfractaires, il faut chercher à en séparer le quartz ou les matières argileuses; puis on y ajoutera des substances calcaires et les fondans propres à produire des laitiers très-liquides et exempts d'oxide de fer; enfin, on réglera les proportions des charges de la manière la plus convenable pour concourir au même but : c'est aussi pour ces minérais que l'on a adopté les fourneaux à deux tuyères; on en a construit un auprès de Siegen, dans lequel on a fondu du minérai spathique de Hohegroethe, en partie seul et en partie mêlé avec du thonschieffer. On obtient, avec de fortes charges, de très-belle fonte lamelleuse; ce fourneau, en raison

(1) Il est inutile de rappeler ici que des minérais qui contiendraient une trop grande quantité de composés sulfureux seraient tout-à-fait intraitables, en raison de la mauvaise qualité de leurs produits.

de sa disposition particulière, atteint plus promptement et conserve mieux que les autres une température élevée.

La difficulté que l'on éprouve à obtenir de la fonte blanche lamelleuse avec le fer spathique quartzifère de notre pays (1) a toujours été jusqu'ici fort grande. Tous les essais qu'on a faits en mêlant du schiste argileux (*thonschieffer*) ou de la pierre calcaire avec le minérai pur de Hohegrœthe (*stahlstein*) n'ont pas atteint le but ; la production de la fonte lamelleuse n'avait lieu que par hasard et sans que l'on pût déterminer la cause du succès lorsqu'on l'obtenait.

Il y a des circonstances et des mélanges de minérais tels, que les conditions de la formation de la fonte grise et de la fonte blanche compacte sont si rapprochées, que le fondeur éprouve la plus grande difficulté pour maintenir son fourneau dans l'état où il produit l'une ou l'autre de ces fontes.

En fondant le mélange de fer spathique et de fer oxidé brun peu riche en manganèse, par une chaleur égale et une charge de minérai moindre que dans le cas où ce mélange contenait plus

(1) Il est vraisemblable que c'est dans la composition des minérais de fer spathique, et principalement dans les proportions et la nature de leurs gangues, qu'il faut rechercher les causes de la différence qui existe entre les fontes produites par les fourneaux d'Allevard (Isère), qui sont toujours grises, quoique propres à la fabrication de l'acier, et celles blanches lamelleuses, que l'on obtient de minérais analogues dans les fourneaux de la Savoie. Les résultats des essais faits par M. Stengel pourront peut-être conduire à former des fontes lamelleuses avec les minérais qui, jusqu'ici, n'en ont donné que de grises. *A. G.*

d'oxide de manganèse, la fonte était à plus gros grains et plus grise qu'avant; rarement un accroissement de charge faisait passer cette fonte à la structure lamelleuse ou à la fonte blanche compacte; mais on obtenait le plus souvent une fonte rubanée, dont la partie blanche était fibreuse ou rayonnée; il était toujours extrêmement difficile de maintenir le fourneau dans l'état où la fonte lamelleuse est produite.

Les mêmes moyens employés donnaient des résultats contraires lorsqu'on fondait le fer spathique de Hohegrœthe seul; les charges les plus faibles en minérai donnaient une fonte rayonnée, contenant rarement des parties grises; des charges moyennes donnaient de la fonte à petites facettes, quelquefois bien lamelleuses, et des charges plus fortes de la fonte blanche, comme au commencement; on ne parvenait point à couler de la fonte entièrement grise; les laitiers étaient peu consistans, mais ils se trouvaient en trop petite quantité pour pouvoir continuer cet essai; car, au bout de trois ou quatre jours d'une marche assez régulière, on reconnut qu'il y avait du fer affiné dans le creuset et sur-tout vers l'orifice de la coulée.

On songea donc à augmenter la quantité des laitiers dans le fourneau, en ajoutant de la pierre calcaire et du schiste argileux; sur vingt-quatre parties en volume de fer spathique, on en mit sept de pierre calcaire et quatre de schiste. Le produit de charges très-faibles, faites avec ce mélange, fut de la fonte mouchetée, mais non pas de la fonte entièrement grise; mais en augmentant la proportion de minérai, on obtint de belle fonte blanche à grandes lames, quoiqu'il

fût toujours difficile de la produire sans interruption, parce que la moindre diminution de température donnait lieu à la formation de la fonte rayonnée ou même compacte. Les produits obtenus avec une moindre proportion de minérai, soit fonte, soit laitiers, montraient toujours une grande quantité de graphite.

La remarque que, dans les hauts-fourneaux, la plus grande partie de l'oxide de manganèse passe dans les laitiers, et que la fonte lamelleuse se forme lorsque ceux-ci sont très-fluides, m'a conduit à l'idée d'employer ces mêmes laitiers très-fusibles comme fondans (*zuschlage*), en les ajoutant au fer spathique grillé : on mêla donc ensemble 24 boisseaux (*scheffel*) de fer spathique grillé, dont on avait séparé la plus grande partie du quartz, avec 6 boisseaux de laitier pulvérisé, et le résultat de la fusion de ce mélange fut, sans interruption, de très-belle fonte lamelleuse. Le haut-fourneau avait un ouvrage de 4 pieds huit pouces (pied du Rhin = $0^m,30$) de hauteur, et les étalages étaient inclinés à l'horizon de 45°; on atteignit ainsi le but important qu'on s'était proposé.

Je ne sais si quelqu'un a tenté de se servir des laitiers purs et manganésifères comme d'un fondant et pour former de la fonte lamelleuse; mais il est certain qu'on peut les employer dans tous les cas, et qu'ils offrent un moyen très-simple et très-efficace pour obtenir cette espèce de fonte, même lorsque l'ouvrage du fourneau est fort élargi. Voici quelques résultats des fontes qui ont été faites avec un semblable mélange.

Ayant fondu 36 boisseaux de fer spathique avec 6 de laitier pulvérisé, on obtint constam-

ment, pendant plusieurs semaines, de belle fonte lamelleuse; tandis qu'auparavant, avec un mélange de 24 boisseaux de fer spathique et de 22 de fer oxidé brun contenant du quartz et de l'argile, les masseaux de fonte avaient toujours une bande d'un gris foncé, et il n'était pas rare de voir du graphite sur les laitiers qui sortaient du fourneau. Par de faibles charges de ce mélange, on ne remarquait pas une bande entièrement grise, mais seulement quelques masseaux montraient une partie grise à leur bord supérieur; les laitiers étaient d'ailleurs aussi fluides que ceux produits par le mélange des scories avec les minérais; mais ils étaient filans, c'est-à-dire qu'ils se tiraient en fils très-longs, en raison de la grande quantité de quartz dissous; tandis que ceux qui provenaient du mélange de scories où l'oxide de manganèse entrait pour un tiers étaient très-courts.

Une autre différence se présentait à l'égard de ces deux mélanges et pendant l'opération; on pouvait obtenir de la fonte lamelleuse pure (sans mélange de gris), en ajoutant aux minérais indiqués un quart de mesure de laitier, que l'on chargeait immédiatement sur le charbon : par une charge plus forte en minérai, la fonte était blanche et grenue. Pour un mélange de fer spathique et de fer oxidé brun contenant beaucoup plus de quartz qu'à l'ordinaire, il fallait ajouter cinq mesures de laitier, afin d'obtenir de la fonte entièrement blanche et lamelleuse; quelquefois cependant il y avait une bande grise : quand on n'ajoutait que $4 \frac{1}{2}$ mesures, les laitiers produits étaient peu liquides et tenaces; la fonte était

alors grise, présentant seulement quelques stries ou rayons blancs.

Souvent, dans les opérations où l'on avait ajouté cinq mesures de scories, il se formait, sous la couche des laitiers réunis dans le creuset (*schlacken deke*), des conglomérats de parties quartzeuses frittées, qui paraissaient avoir été fondues à une haute température et ensuite refroidies et décomposées à leur passage devant la tuyère; mais il ne s'y trouvait pas de fer affiné, comme cela s'est vu dans d'autres circonstances. En cassant ces conglomérats, on y voyait souvent un globule de fonte entièrement grise avec beaucoup de lamelles de graphite qui l'environnaient, et qui tapissaient toute la cavité dans laquelle ce globule était logé. La superficie du bain devenait alors très-tenace et presque dure par l'effet du vent de la tuyère lorsqu'elle n'était pas recouverte de beaucoup de charbon.

En général, lorsque la bande grise des masses de fonte devenait plus petite et les laitiers plus fluides, les conglomérats formés étaient moins gros et en moindre nombre.

Il résulte des fontes qui ont eu lieu que lorsqu'on a fondu un mélange de fer spathique avec des laitiers, il ne s'est presque point formé de bande grise, quoique l'allure du fourneau eût été maintenue très-chaude; tandis que, par de fortes charges de mélanges de minérais seulement, et lorsqu'on y a fait entrer le fer oxidé brun, la fonte produite conservait toujours une large bande grise, qui ne disparaissait qu'en diminuant les charges.

A la forge de Hamm, on parvint à donner à la

fonte produite la chaleur nécessaire pour qu'elle devînt lamelleuse en se refroidissant, en employant les minérais après les avoir grillés plus complétement qu'on ne le faisait auparavant : on poussa le grillage jusqu'à ce que le fer spathique eût perdu toute apparence cristalline et fût devenu rouge dans sa cassure, granuleux et tout-à-fait friable; il n'y restait vraisemblablement plus d'acide carbonique; fondu dans cet état, avec un quart de fer oxidé brun, comme à l'ordinaire, il donna, par une allure chaude, des masseaux de fonte rubanée, tandis qu'avant ce changement dans le grillage du minérai ils étaient entièrement gris. On en a conclu que la production de la fonte blanche lamelleuse dépendait, dans ce cas-là, de l'allure plus chaude que prenait le fourneau, d'où résultaient une liquidité plus grande de cette fonte et la possibilité de se figer plus lentement et de cristalliser. On observait que la bande de fonte blanche lamelleuse était d'autant mieux formée que le fer spathique avait plus complétement perdu sa structure; sa largeur augmentait avec la perfection du grillage; enfin, lorsque le minérai avait été calciné jusqu'à l'agglomération, on obtenait les plus belles lames : il fut donc bien prouvé que pour le minérai spathique de Hohegrœthe, qui ne renferme guère de pyrites cuivreuses et peu de quartz, mais une gangue de schiste argileux, il convient de le soumettre à un grillage prolongé et très-soigné, lorsqu'on veut en obtenir de la fonte blanche lamelleuse ou même rubanée.

Les effets du grillage des minérais sur la marche des fourneaux à fer sont faciles à apprécier; on voit d'abord que les mieux grillés doivent,

toutes choses égales d'ailleurs, produire l'allure la plus chaude; les résultats suivans, relatifs à l'influence de l'humidité sur les produits de ces mêmes fourneaux, serviront à confirmer ces aperçus.

Dans les fontes faites à Hamm, avec un mélange formé de deux tiers en fer spàthique et un tiers de fer oxidé brun contenant du manganèse, on a eu l'occasion d'observer les effets de l'humidité de l'air atmosphérique lancé par les machines soufflantes. En hiver, pendant les grands froids, et en été, pendant les fortes chaleurs et un beau temps, le volume de la charge en charbon, qui était constamment de 18.77 pieds cubes (pied du Rhin $= 0^{m},30$), portait 2.22 pieds cub., ou bien six mesures et un quart de minérai; mais, lorsqu'il pleuvait, on ne pouvait passer que six mesures. Par un beau temps, et en employant des minérais bien grillés, on obtenait des masseaux dont les bandes étaient bien séparées et l'inférieure parfaitement lamelleuse; tandis que, par un temps pluvieux, le refroidissement dans le fourneau était tel que la fonte n'en sortait jamais bien liquide, et elle se refroidissait si vite que les bandes ne pouvaient pas se former : c'était une fonte truitée, mais qui était remplacée par une fonte lamelleuse lorsque le beau temps revenait. Toutefois, lorsque le minérai avait été complétement grillé, l'air humide ne pouvait empêcher la fonte de cristalliser, parce que la chaleur demeurait encore très-forte dans le fourneau.

Dans d'autres expériences, on remarqua que lorsqu'il pleuvait beaucoup on était obligé de diminuer la charge en minérai, quoique celui-ci

eût été grillé, et les pluies ayant continué, une première diminution fut suivie d'une seconde pour conserver l'allure chaude ; on ne produisit pas toujours de la fonte lamelleuse, ce qu'on attribua à l'humidité de l'air et en partie à des minérais argileux et humides, mais spécialement à la première de ces causes.

En décembre 1822, et par un temps sec et froid, des minérais humides et en partie gelés donnèrent de fort belle fonte blanche; tandis qu'en février 1823, époque à laquelle il pleuvait beaucoup, on obtint rarement des masseaux ayant une bande blanche bien séparée, en fondant les mêmes minérais.

Le refroidissement, dont nous venons d'indiquer les effets, paraît tenir à l'introduction de l'humidité dans l'ouvrage du fourneau, quoiqu'on ait souvent combattu la réalité de cette influence de l'air humide par des raisons tirées de l'emploi des régulateurs à eau dans les forges, et qui ne paraissent pas produire de mauvais effets relativement aux fourneaux ; mais il est vraisemblable que l'air sortant des régulateurs à eau est bien moins humide que dans le cas où la vapeur aqueuse est répandue dans l'atmosphère par un temps pluvieux.

Des minérais chargés, lorsqu'ils sont encore humides, produisent des effets analogues et refroidissent le fourneau, sur-tout lorsqu'ils sont argileux; il paraît que l'argile n'abandonne l'eau qu'elle contient que lorsqu'elle est arrivée dans la partie inférieure de la cuve, où elle ne peut manquer de produire une absorption notable de calorique.

Cependant, en été, si le minérai est très-sec

on l'arrose pour l'empêcher de traverser les charbons et d'être enlevé en poussière par le vent des soufflets; il n'en résulte aucun inconvénient lorsque le minérai ne retient pas fortement l'eau dont il est imbibé.

(*b*) *Influence des dimensions intérieures du fourneau.* Un ouvrage resserré ou élargi (entre certaines limites) ne paraît pas influer sensiblement sur la nature des fontes produites; d'abord, on a remarqué qu'au sixième mois de fondage on obtenait, comme au second, une fonte aussi parfaite en remplissant les mêmes conditions; de plus, on a fait varier les dimensions de l'ouvrage sans éprouver aucun changement bien notable dans les produits : ainsi, un ouvrage de 4 $\frac{1}{2}$ pieds de hauteur a été réduit à 4 pieds; les étalages, inclinés de 40 à 45°, ont reçu une pente de 50°; la fonte fut toujours complétement lamelleuse lorsqu'on employa des minérais riches en manganèse; cependant lorsque, par suite du fondage, l'ouvrage se fut élargi de 8 pouces dans le sens de la direction de la tuyère, il ne fut plus possible d'obtenir des masseaux lamelleux qu'avec des charges de 5 ou 5 $\frac{1}{2}$ mesures de minérai, au lieu de 6 ou 6 $\frac{1}{4}$ que l'on chargeait au commencement, quoique, d'ailleurs, la réduction fût parfaite et la marche du fourneau bien bonne. Ainsi, l'élargissement de l'ouvrage, ayant seulement obligé à diminuer la charge en minérai sans rendre plus difficile la formation de la fonte lamelleuse, n'a pas d'influence absolue sur cette production. Cependant, il y a un point où cet élargissement produit un tel refroidissement, que la production de la fonte lamelleuse ne peut plus avoir lieu; car il faut toujours

que le point de fusion ne soit pas descendu trop bas : dans ce cas, il pourrait passer devant la tuyère des morceaux de minérai à demi fondus, qui achèveraient de se dissoudre dans le creuset, et y rendraient la fonte très-blanche, grenue et même impure, en la refroidissant beaucoup.

(c) *Influence des charges en minérai.* Nous avons déjà vu qu'une faible charge en minérai donnait souvent de la fonte grise à acier, et qu'en augmentant cette charge on obtenait, principalement avec des mélanges contenant beaucoup de manganèse, de la fonte blanche cristalline ; enfin, que de certaines proportions dans les charges, relativement au charbon, produisaient des fontes rubanées, quelquefois des fontes blanches compactes. L'influence des charges sur la nature des fontes produites est donc très-grande, et cela ne pouvait manquer d'être ainsi, puisqu'elles déterminent la température de l'intérieur des fourneaux : or, comme nous l'avons dit, l'état de chaleur de l'ouvrage doit être regardé comme la principale cause de la formation des diverses sortes de fonte à acier ; et, sous ce rapport, telle charge qui, dans un fourneau très-échauffé, donnerait de la fonte lamelleuse produira de la fonte blanche impure (crue) lorsque ce fourneau se trouvera dans un état de refroidissement ; on a remarqué que, dans le cas d'un fourneau qui se refroidit, il suffit d'un quart de mesure de minérai, en plus ou en moins, pour influer sur la production de la fonte lamelleuse.

La production de la fonte rubanée est soumise aux mêmes influences, et les variations dans les charges déterminent la formation d'une

plus grande proportion de fontes grises ou blanches.

(*d*) *Des laitiers, de leur nature, etc.* On a constamment observé que des scories bien liquides et bien pures accompagnent la fonte miroitante; elles contiennent toujours beaucoup d'oxidule de manganèse, et cette substance contribue sans doute efficacement à leur donner la fluidité qu'ils montrent dans ce cas : aussi les minérais ou mélanges manganésifères sont-ils les plus propres à donner facilement et constamment de la fonte lamelleuse en même temps que des laitiers très-liquides; néanmoins, la présence de toutes les substances capables d'augmenter la fluidité des laitiers facilite ou rend possible la production de la fonte miroitante ou de celle rubanée.

D. *Formation de la fonte rubanée; séparation du graphite.*

La formation simultanée de la fonte blanche lamelleuse ou rayonnée et de la fonte grise dans les fourneaux de Hamm est un fait remarquable, dont l'explication serait moins difficile si l'on connaissait bien les circonstances dans lesquelles la fonte passe de l'un de ces états à l'autre; si l'on savait pourquoi le graphite se sépare de la fonte ou s'y dissout, etc.

Quoi qu'il en soit, voici les faits observés relativement à la production de la fonte rubanée.

1°. Cette fonte est produite pendant long-temps lorsqu'on continue de faire des charges convenables; de sorte qu'elle résulte d'un état assez constant du fourneau.

2°. La fonte blanche lamelleuse étant formée

par une allure bien chaude et avec des laitiers très-liquides, lorsque les charges en minérai sont au-dessous de ce que le charbon peut moyennement porter, la fonte rubanée est produite par une légère diminution dans ces charges; mais ensuite, si l'on augmente celles-ci, la proportion de la fonte blanche devient de plus en plus grande comparativement à la fonte grise, qui bientôt est réduite à une bande très-mince, et finit par disparaître en entier; au commencement d'une campagne, on observe une progression inverse : avec les premières charges, toujours très-faibles, on obtient de la fonte grise, puis de la fonte rubanée, et ensuite, à mesure que les charges en minérai augmentent, de la fonte blanche lamelleuse; mais, dans le courant d'un fondage, ce n'est qu'avec des mélanges particuliers, des minérais très-bien grillés et des charges exactement mesurées, que l'on peut obtenir des fontes lamelleuses ou rubanées. Les fondeurs de ce pays connaissent si bien leurs fourneaux et les élémens avec lesquels ils opèrent, qu'ils obtiennent presque à volonté de la fonte rubanée, où la bande grise a une épaisseur à-peu-près déterminée.

3°. La production de la fonte rubanée ne paraît pas dépendre de variations qui auraient lieu dans la quantité de charbon formant la charge, puisqu'elle est produite constamment par les mêmes volumes de charbon; cependant il faut avoir égard à la nature et aux propriétés de ce combustible pour y proportionner la quantité de minérais et maintenir la température du fourneau; car il ne faut pas oublier que le charbon n'a pas d'influence par sa présence comme subs-

tance capable de s'unir avec le fer, mais seulement comme produisant, par son accumulation, une plus haute température.

4°. La formation des fontes blanche et grise, qui donne naissance à la fonte rubanée, ne dépend point de la manière dont les charges ont été faites dans le fourneau, ni dont elles descendent dans l'intérieur de celui-ci.

5°. La présence du manganèse dans les minérais, et par suite dans les laitiers, paraît très-favorable à la formation de la fonte lamelleuse et par suite à celle de la fonte rubanée; mais la production de celle-ci, le mélange des deux espèces de fonte, ne tient point à des inégalités dans la quantité de manganèse que renferment les minérais; il est vraisemblable que des minérais dépourvus de manganèse pourraient donner de la fonte blanche lamelleuse et de la fonte rubanée, si la chaleur, étant forte dans le fourneau, les laitiers étaient purs (*gaare*) et très-fluides. On a vu des minérais pauvres en manganèse, qui, fondus avec de la pierre calcaire, remplissaient toutes les conditions précédentes et produisaient de la fonte blanche très-pure et lamelleuse; on cite des fontes obtenues, en Suède, de minérais non manganésifères, qui ont la plus grande analogie avec celles lamelleuses des bords du Rhin.

M. Karsten admet que les laitiers qui contiennent beaucoup d'oxide de manganèse peuvent agir sur la fonte réunie dans le creuset des hauts-fourneaux pour lui enlever du charbon combiné; on a cherché à reconnaître, par des expériences directes faites dans les creusets de laboratoire, jusqu'à quel point le protoxide de manganèse combiné avec la silice résiste à la réduction,

dans les circonstances où le silicate d'oxide de fer se réduit facilement; on a reconnu que des laitiers manganésifères, mêlés avec de la poussière de charbon et chauffés très-fortement pendant dix heures, n'éprouvent aucune décomposition.

Il n'est donc guère vraisemblable que le changement de la fonte blanche lamelleuse en fonte grise soit le résultat de l'action des laitiers manganésifères sur le charbon combiné dans la fonte.

La formation de la fonte blanche et de la fonte grise a lieu simultanément dans tous les fourneaux où il se produit de la fonte mêlée ou truitée, et l'on doit concevoir que ces fontes demeurent mêlées irrégulièrement dans certaines circonstances, principalement lorsque l'ensemble n'est pas très-chaud et très-fluide; tandis que, dans le cas des fontes lamelleuses produites par une température élevée de l'ouvrage, la fluidité de l'ensemble est telle, que la différence des pesanteurs spécifiques opère la séparation de la fonte grise d'avec l'autre plus pesante, et donne naissance à la fonte rubanée; peut-être aussi que cette différence entre les fontes blanche compacte et grise est trop faible pour déterminer une séparation complète et autre que celle qui se montre par des taches. Il est certain du moins, pour les fourneaux de Hamm et de Lohe, que la séparation des fontes par zones résulte des deux circonstances d'une grande fluidité et d'une certaine différence dans les densités.

Il reste maintenant à expliquer comment ces deux sortes de fontes (blanche et grise) se forment simultanément dans les fourneaux, ou bien quelles sont les conditions de la transformation de l'une dans l'autre; la solution de cette ques-

tion est d'autant plus difficile, que l'on ne peut connaître que par conjecture ce qui se passe dans l'intérieur des fourneaux, attendu qu'il y a, entre les effets produits dans les creusets d'essais et ceux qui ont eu lieu en grand, des différences trop considérables pour qu'on puisse conclure de l'un à l'autre avec quelque exactitude; les circonstances où se trouvent les matières, et peut-être même les températures, ne sont pas les mêmes dans les deux cas; c'est en raison de l'insuffisance des expériences directes qu'il y a beaucoup d'incertitudes sur l'état dans lequel se forme la fonte, les changemens successifs qu'elle éprouve dans l'intérieur de l'ouvrage et du creuset, les causes de la séparation du graphite, etc.

(*a*) D'après des observations nombreuses, il est probable que la réduction de l'oxide de fer commence bien avant la fusion du minérai; on a souvent retiré des masses passant devant la tuyère et qui, étant seulement grillées à la surface, présentaient dans leur cassure des perles de fer métallique et malléable (1), montrant le premier état de l'oxide réduit. On conçoit donc que le minérai ramolli, se trouvant entouré de toutes parts de charbon et de gaz carbonés, se réduira peu-à-peu et que le fer se chargera de carbone pendant que les charges descendront, de manière qu'il ne se réunira en gouttes qu'au moment où les matières terreuses se fondront elles-mêmes; on sait aussi que, par de fortes charges faites avec des minérais assez fusibles, le fer parvient dans le creuset si peu carboné, qu'il peut à

(1) On a déjà cité un fait semblable.

peine couler pour en sortir, et qu'après son refroidissement il est tellement mou, que l'on peut en changer la forme sous le marteau; on a vu aussi que la fonte et le laitier présentaient souvent, à leur superficie, du graphite en plus ou moins grande abondance, et que cette circonstance était liée avec l'allure du fourneau, la nature de la fonte produite, etc.

Il était utile de connaître dans quel état se trouve le fer à diverses hauteurs dans l'ouvrage d'un fourneau; à quelle époque il se dépose du graphite, etc. : voici les recherches que l'on a faites à ce sujet.

1°. Ayant arrêté pendant un instant le vent des soufflets, on retira des matières fondues de l'ouvrage, à l'aide d'une pelle courbe en fer (à long manche), que l'on introduisit par la tuyère; celles qui furent prises au-dessus de la tuyère présentèrent le laitier déjà dans son état ordinaire; les grains de métal qu'il renfermait n'étaient pas gris, mais blancs, à peu d'exceptions près; on n'apercevait d'ailleurs aucune trace de graphite, pas même dans les cavités occupées par les gouttes de métal.

2°. Ayant ensuite enfoncé la cuiller dans la masse des matières qui se trouvent au-dessous de la tuyère et dans le creuset, on en retira des laitiers contenant des grains métalliques, qui, refroidis de la même manière que précédemment, ont présenté, dans leur cassure, un aspect gris rarement truité; mais il n'y avait pas non plus de graphite dans ces laitiers.

3°. Ensuite, et pendant que les soufflets étaient en repos, on enfonca par-dessous la tympe un ringard courbe, de manière à prendre du laitier

vers le contrevent; il ne contenait que peu de graphite; ayant ensuite ramené du laitier qui était presque en contact avec la fonte, il se trouva rempli de feuilles de graphite; toutes les fois que l'on recommença la même expérience, on eut le même résultat : il fut donc bien établi, par ces observations, que le laitier contenait fort peu de graphite lorsqu'on le prenait au-dessus de la tuyère et même au-dessous à une petite distance, mais qu'il en contenait beaucoup lorsqu'il était retiré de la masse voisine du bain métallique. Cela prouve que la séparation du graphite s'opère à l'arrivée de la fonte dans le creuset et pendant que celle-ci abandonne le laitier pour se réunir au bain métallique. Les petits globules de métal que l'on trouvait dans le laitier adhérent aux ringards étaient, pour la plupart, gris dans leur cassure ou truités.

D'autres faits se réunissent à ceux que nous venons d'exposer : dans les essais faits avec le mélange de minérai et de scories dont nous avons parlé, on a aussi retiré des matières de l'ouvrage, pendant le travail; on a observé que, par une allure chaude (*gaare*) du fourneau, il ne se sépare que très-peu de graphite dans le creuset lorsque la fonte est blanche lamelleuse, avec une bande grise; mais que, dans le cas où elle était totalement blanche (ce qui arrivait lorsqu'on ajoutait dans le fourneau du laitier au mélange précédent), on n'apercevait que des points de graphite. En cassant les conglomérats que l'on retirait, on y trouvait des globules de fonte entièrement grise, environnés de beaucoup de lamelles de graphite, qui tapissaient les cavités où ils étaient logés. Lorsque ces conglomérats se

trouvent dans des laitiers épais, pris un peu haut dans l'ouvrage, le métal contenu est de la fonte grise; c'est le contraire si les laitiers sont très-liquides, auquel cas le passage de la fonte à travers ses laitiers est très-prompt. Enfin les conglomérats que l'on trouve dans les laitiers qui ont coulé hors du fourneau et qui étaient bien fluides contiennent de la fonte blanche avec plus ou moins de bande grise.

On doit conclure de tout ceci que la fonte ne devient pas grise immédiatement après la réduction de l'oxide, et que ce n'est pas de cet état qu'elle passe à celui de fonte blanche lamelleuse; c'est au contraire celle-ci qui se forme la première. La consistance des laitiers paraît avoir la plus grande influence sur cette transformation ou ces changemens de la fonte; les globules se montrent particulièrement gris, et même présentent déjà du graphite lorsqu'ils se trouvent au milieu d'une matière visqueuse, auquel cas la fonte emploie plus de temps à descendre dans le bas de l'ouvrage; on en trouve de très-gris dans les laitiers qui ont rempli le creuset après une coulée et qui sont plus tenaces que ceux formés plus tard. On conçoit donc que plus il y a de fonte qui passe de l'état où le carbone se trouvait intimement combiné (fonte blanche) à celui où ce combustible s'est séparé du fer pour se montrer comme graphite, plus fortement se prononce la bande grise qui accompagne quelquefois la fonte lamelleuse, *et vice versâ*. La présence du manganèse peut influer aussi sur ce changement, ainsi que nous l'avons déjà indiqué.

Il paraît certain que, dans nos fourneaux (de Hamm, de Lohe, etc.), la nature des laitiers, et

surtout leur fluidité, ont la plus grande influence sur l'état de la fonte que l'on obtient, principalement en conservant sa température, au passage devant la tuyère. C'est de ce qui se passe alors que dépendent la conversion de la fonte blanche en fonte grise et la séparation subséquente du graphite; car il ne paraît pas que les laitiers exercent (du moins dans l'ouvrage) aucune action chimique (1). Les laitiers fort liquides entraînent la fonte rapidement, et elle n'est pas sensiblement refroidie, comme il arrive pour celle qui est engagée dans des laitiers visqueux qui coulent difficilement. C'est ainsi que l'on peut expliquer comment la fonte blanche lamelleuse n'est jamais produite quand les laitiers sont épais, et l'on comprend comment il peut arriver que, par une consistance moyenne, il se forme de la fonte grise, tandis qu'une portion de la fonte blanche n'ayant éprouvé aucune altération se trouve, avec la première, dans le creuset. On voit aisément d'après cela, pourquoi le mélange de minérai et de scories ne donne presque jamais que de la fonte blanche lamelleuse, puisque les laitiers produits sont toujours très-fluides; on comprend aussi comment un mélange de minérais qui donne des laitiers consistans, par une charge peu considérable, produit de la fonte grise à acier; mais si ces laitiers deviennent plus fluides par un accroissement dans les charges [en supposant que la marche du fourneau demeure bonne], on obtient alors de la fonte blanche

(1) M. Karsten admet une action chimique des laitiers contenus dans le creuset sur la fonte qui est en contact, et pour produire de la fonte grise; mais cela ne l'empêche

lamelleuse, pourvu que la température de l'ouvrage reste suffisamment élevée (1).

(*b*) Toutes les observations montrent que la fonte prise au-dessus de la tuyère est blanche; or, la formation du graphite (la sortie du carbone de sa combinaison), qui fait passer la fonte blanche à l'état de fonte grise, semble devoir s'opérer dans les hauts-fourneaux, comme dans les creusets de laboratoire, par l'effet d'une température très-élevée (d'après M. Karsten, plus forte que celle à laquelle la fonte a été formée), suivie d'un refroidissement gradué et lent : on peut donc croire que cette conversion commence dans la partie inférieure de l'ouvrage, et qu'ensuite l'état de mollesse et de chaleur de la couche de laitier qui recouvre la fonte dans le creuset influe sur la précipitation plus ou moins rapide des

---

pas de regarder la conversion de ces fontes l'une dans l'autre, comme opérée généralement dans l'ouvrage par le seul effet d'une haute température.

(1) Il faut toujours admettre que la fluidité des laitiers résulte principalement de leur nature, et pas plus d'une certaine quantité d'oxide de fer dissoute que d'une trop forte chaleur ; car dans le premier cas on n'obtient que de la fonte blanche compacte, impure, et dans l'autre de la fonte grise : or, à mesure que la viscosité du laitier augmente, la partie grise s'accroît, et elle peut devenir plus considérable que la partie blanche sans que le fourneau se refroidisse. Ainsi lorsque notre fourneau de Hamm étant très-échauffé, on y charge une faible dose de mélange, on obtient de la fonte lamelleuse avec une bande grise, en partie mêlée de fonte blanche : par une charge plus forte en minérai, les laitiers sont plus liquides et l'on n'a plus que de la fonte blanche lamelleuse sans bande grise.

globules métalliques; du moins, beaucoup d'observations ont montré, pour les fourneaux de ce pays, que la formation du graphite a lieu principalement dans la couche de laitier qui recouvre la fonte du creuset, et qu'on en trouve surtout dans ceux qui sont ainsi au-dessus de la fonte grise à acier. Lorsque la descente des globules métalliques se fait à travers des laitiers purs et très-fluides, elle est très-prompte, et l'on n'obtient alors, par une haute température, que de la fonte blanche lamelleuse et, par une température moindre, de la fonte rayonnée. La séparation du graphite, dans des laitiers consistans et visqueux qui recouvrent la fonte dans le creuset d'un fourneau, paraît n'être que la suite d'un commencement de décomposition qui a eu lieu dans la portion de laitier même qui enveloppait les globules dans une partie plus élevée du fourneau. On voit ainsi que la solidification de la fonte n'est pas une condition de la formation du graphite, de l'isolement du carbone, comme on l'a cru, en se bornant à considérer les résultats des expériences faites au creuset, et aussi cette circonstance que la surface supérieure (après la coulée) de certaines fontes solides est couverte de graphite. On peut comparer la séparation du graphite, dans la fonte de fer liquide, à ce qui arrive à une dissolution saline qui laisse précipiter une partie du sel dissous, par l'effet d'un abaissement de température : de même la fonte lamelleuse peut se convertir en fonte grise par une diminution de température, en laissant hors de combinaison des particules de charbon, sous forme de lames, qui sont un commencement de

cristallisation; il y a toutefois ces différences, d'abord que ce charbon, comme beaucoup plus léger que le métal, vient à la superficie, au lieu que le sel tombe au fond de la dissolution, ce qu'indique le mot de *précipitation*, qu'on applique à ce phénomène; ensuite la fonte lamelleuse doit être soumise préalablement à une température fort élevée, pour que le refroidissement puisse en faire séparer du graphite. Nous avons vu en effet que la condition essentielle de la décomposition de la fonte lamelleuse était son exposition à une chaleur très-forte et soutenue, et quand elle n'a pas été remplie, cette fonte peut demeurer, pendant huit ou neuf heures, dans le creuset du fourneau sans éprouver de changement dans sa nature ou son apparence. Dans l'intérieur des fourneaux, la formation de la fonte à une certaine chaleur, son passage dans les parties de l'ouvrage où règne cette température plus élevée; enfin le refroidissement qui a lieu par le vent de la tuyère et au-dessous de celle-ci, refroidissement d'autant plus grand que les laitiers sont plus visqueux, parce que le séjour de la fonte est plus long, mais toujours lent et gradué : toutes ces circonstances expliquent la conversion de la fonte lamelleuse en fonte grise, ainsi que la production simultanée de ces deux espèces de fonte, sans s'écarter des faits qui ont été établis, au commencement de cet article, par des expériences ou des observations incontestables.

On peut suivre ces explications dans leurs détails (1), et reconnaître d'abord que la condition

(1) C'est ce que l'auteur a fait dans un nouveau *Mémoire* publié dans le tome XVI, page 118 (année 1828)

d'une haute température sera remplie d'autant plus facilement, dans le haut-fourneau, que le charbon y sera brûlé avec plus d'activité et en général au niveau de la tuyère, supposé qu'il en reste encore beaucoup en cet endroit. Si l'on veut obtenir de la fonte grise avec un mélange destiné à donner de la fonte blanche lamelleuse, il faut diminuer la charge en minérai, afin de laisser le charbon en forte proportion et pour qu'il en arrive beaucoup vers la tuyère : alors le vent produira une très-vive chaleur autour et au-dessus de cette tuyère; les amas de laitier se fondront, mais aussi les restes d'oxides de fer, et même une partie de l'oxide de manganèse qui s'y trouvaient, seront réduits par le charbon ; ces laitiers, devenus plus terreux, prendront de la consistance, et pourront demeurer plus long-temps vers la tuyère; les globules emploieront plus de temps à traverser la couche de laitier qui est sur le bain de fonte, et jusque-là leur température aura été très-forte et croissante; ensuite en arrivant au creuset, le refroidissement commencera, quoique d'une manière insensible, et il se fera déjà, dans cette couche de laitier, une séparation d'une partie du carbone métallique, qui demeurera suspendue dans la fonte liquide, jusqu'à ce qu'il se montre après la coulée et le refroidissement de celle-ci : voilà ce qui arrive lorsqu'on produit de la fonte grise et que l'allure du fourneau est très-chaude. Dans le cas où le mélange n'est pas

---

des *Archives* de M. Karsten, et pour renforcer quelques-unes des assertions contenues dans les Mémoires précédens et qui avaient suscité des objections de la part de ce métallurgiste. A. G.

très-fusible, on est obligé, pour former cette même espèce de fonte, de tenir le point de fusion plus élevé, afin que le minérai arrive à la tuyère tout-à-fait ramolli; et c'est alors que le vent produit un commencement de refroidissement sur la fonte. Enfin, pour les mélanges aisément fusibles dont on veut obtenir de la fonte blanche lamelleuse, on maintient le point de fusion à une hauteur seulement suffisante pour que la séparation des globules de fonte d'avec les laitiers s'opère bien devant la tuyère, et pour que les morceaux de minérais ramollis se trouvent entourés de charbon et exposés à une haute température, et se liquéfient complétement avant d'arriver au creuset; il y aura quelquefois alors du graphite de détaché du fer, pendant le séjour de la fonte dans le creuset; mais à cause de l'abaissement du point de fusion et du moindre retard qu'éprouveront les particules à se dissoudre devant la tuyère, il n'y aura que peu de carbone de séparé; et c'est dans ce cas qu'il se formera une bande grise, ajoutée à la fonte blanche (1).

(1) La production de la fonte lamelleuse essayée en élevant le point de fusion par l'élargissement de l'orifice de la tuyère, c'est-à-dire en augmentant la quantité d'air progressivement, n'a pas réussi. Il paraît que, dans les essais faits dans cette vue, le point de fusion se trouva trop élevé; les matières fondues se rendaient trop promptement dans le creuset, et peut-être sans s'être alliées de manganèse; la fonte était à petits grains ou fibreuse avec quelques petites lames; au lieu de voir les morceaux de minérai parvenir vers la tuyère à une chaleur rouge blanc et se dissoudre, il ne passait qu'une pluie de scorie; du reste la marche du fourneau était bonne et l'allure chaude: il se forma pourtant quelques conglomérats renfermant de la fonte grise.

Un point de fusion trop élevé ne convient pas pour former de la fonte blanche lamelleuse, et dans ce cas une chute trop prompte donnerait lieu à la production d'une fonte grise inégale et peu chaude, parce qu'elle ne serait pas restée assez long-temps exposée à une haute température.

Il paraît que, pour former de la fonte lamelleuse, il faut que les morceaux de minérai soient complétement fondus et décomposés au-dessus et devant la tuyère, et à l'aide d'un excès de charbon qui s'y trouve en même temps.

Appareil ventilateur

Pour la séparation des Minérais de leurs gangues;

Par M. GRANDBESANÇON, Commissaire en chef des poudres et salpêtres, à Lyon.

Si deux corps de mêmes dimensions, mais de densités différentes, sont abandonnés à l'action de la gravité, en tombant de la même hauteur dans un milieu tranquille, le plus lourd dépassera bientôt l'autre dans sa chute, et celui-ci restera plus long-temps exposé à la résistance du milieu.

Si le milieu dans lequel ces corps tombent est en mouvement, il leur communiquera une partie de ce mouvement et, dans les premiers instans de l'impulsion, les espaces parcourus seront entre eux à-peu-près en raison inverse des masses et en raison directe des carrés des temps que chacun d'eux restera à tomber de la même hauteur.

Les corps de même volume et de même densité peuvent avoir des mouvemens différens lorsqu'ils sont abandonnés à la gravité et soumis à l'action accélératrice d'un courant d'air. Celui qui présentera le plus de surface, qui sera plat ou écailleux, offrira plus de prise à l'action de l'air; il tombera moins vite et sera projeté plus loin que celui qui affecterait une forme cubique ou sphérique.

Les corps de densités égales et de formes semblables, abandonnés aussi à la gravité et à l'action d'un courant d'air, n'éprouveront pas les mêmes mouvemens, parce que leurs surfaces ne

sont pas dans le même rapport que leurs masses, et que l'action de l'air, soit comme force retardatrice, soit comme force accélératrice, est proportionnelle aux surfaces de ces corps et non à leurs masses : aussi voyons-nous des corps très-denses, mais réduits en poussière, être entraînés fort loin par les vents, parce que leurs surfaces sont très-grandes en raison de leurs masses.

Le temps de la chute étant plus grand pour un corps de densité moindre, et l'espace qu'il parcourt, entraîné par un courant d'air, dépendant de la durée de ce temps, deux corps pareils, mais de densité différente, tomberont sur un plan horizontal, à des distances d'autant plus éloignées l'une de l'autre que leur point de départ sera plus distant de ce plan.

C'est sur ces principes que j'ai basé la construction de mon appareil ventilateur pour la séparation des minérais de leurs gangues.

Le minérai de plomb, dont la gangue est quartzeuse, se sépare avec d'autant plus de facilité que la galène, se brisant en formes cubiques, offre bien moins de résistance à l'air que le quartz, qui se brise en éclats.

Le sulfate de baryte affecte les mêmes formes que la galène. Quoique leurs densités ne soient pas bien différentes, la séparation s'en opère encore assez facilement pour préférer le courant d'air au courant d'eau. Un grand avantage de l'emploi du courant d'air, c'est que le minérai ne fait que tomber et n'est pas frotté comme sur les tables de lavage, où il se pulvérise en partie.

Quand le lavage ne peut pas s'opérer sur les lieux mêmes de l'exploitation, le transport du minérai mêlé à la gangue devient dispendieux;

avec le ventilateur, cet inconvénient disparaît.

On pourrait objecter que si l'on ne peut établir un lavage, on ne pourrait non plus établir des bocards, et que dès lors le transport de la gangue est obligé, à moins de faire piler à la main, opération fort dispendieuse; mais, dans tous les pays, on peut établir des moulins à vent, qui serviraient pour bocarder et même pour faire marcher le ventilateur.

Si les moulins à vent ne sont pas employés pour le bocardage, c'est que, faute de courant d'eau, il y a plus de facilité à transporter le minérai brut en roche que de le transporter bocardé, et que sur les lieux du lavage on peut établir des bocards à eau.

Avec l'appareil ventilateur, dont le dessin est ci-joint (Pl. VII), trois hommes peuvent aisément passer, dans dix heures, 1 mètre cube de minérai brut bocardé, et si le ventilateur était mis en mouvement par un moulin à eau ou à vent, un seul homme suffirait pour faire le même ouvrage.

Je m'occupe, dans ce moment, d'une nouvelle machine pour remplacer les bocards; elle consiste en deux cylindres de fonte blanche, légèrement cannelés, qui peuvent s'écarter ou s'approcher l'un de l'autre, à volonté, comme des laminoirs.

L'un tourne avec une grande vitesse, tandis que l'autre n'a qu'un mouvement lent; le premier est un marteau, dont l'effet est continu et qui ne dépense en force que celle qui lui est nécessaire pour produire son effet; le second sert d'enclume.

J'ai déjà fait quelques expériences avec des cylindres de marbre; le quartz le plus dur est faci-

lement brisé sans trop endommager ces cylindres; la galène est ménagée; elle n'est pas réduite en poussière, comme sous les bocards; la quantité de schlich est faible, et on obtient le minérai à une grosseur qui dépend de l'écartement des cylindres.

Aussitôt que je pourrai donner des résultats précis, je m'empresserai de les faire connaître.

Cette machine, jointe à l'appareil ventilateur, complétera un nouveau système de séparation des minérais de leurs gangues.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

A. Ventilateur à rotation. Son mouvement doit être réglé en raison de la grosseur du minérai bocardé.

B. Chambre où l'air est comprimé par l'effet du ventilateur.

EF. Canal où s'établit un courant d'air uniforme au moyen de la planche CD, qui l'empêche, en sortant du ventilateur, d'entrer directement dans ce canal, où il produirait des tourbillons nuisibles: c'est de cette planche CD que dépend presque tout le bon effet de l'appareil.

T. Trémie où se verse le minérai bocardé et égalisé de grosseur, en le passant dans des cribles ou dans un cylindre en toile métallique.

1, 2, 3, 4...17. Cases à tiroirs où tombent le minérai et la gangue.

G. Chambre où se rend l'air en sortant du canal EF et y diminue de vitesse.

H. Cheminée par où s'échappe l'air.

L'air, en sortant du canal EF, entraîne des paillettes de minérai; elles se déposent dans la chambre G, après avoir frappé la planche MN; les plus légères retombent de la cheminée H.

MÉMOIRE

Sur le gisement, la nature et l'exploitation des mines de fer de Rancié (Ariége), et sur le traitement métallurgique des minérais que l'on en retire;

Par M. MARROT, Ingénieur au Corps royal des Mines.

La première partie de ce mémoire aura pour objet le gisement et la nature des minérais; la seconde partie sera consacrée aux détails techniques, économiques et administratifs, qui concernent l'exploitation; enfin, dans la troisième, je donnerai une idée sommaire du mode que l'on emploie pour tirer parti du minérai de Rancié, ou de son traitement dans les bas-fourneaux, dits *foyers catalans*, tel qu'il est usité dans le département de l'Ariége.

Jetons d'abord un coup-d'œil sur la position topographique des mines.

Les mines de Rancié sont enclavées dans le territoire de la vallée de Vicdessos, chef-lieu de canton, dans le département de l'Ariége, situé à deux myriamètres au sud de Foix et à un myriamètre à l'ouest-sud-ouest de la petite ville de Tarascon, d'où part une route qui conduit à Vicdessos et aux mines(1).

La vallée de Vicdessos peut être considérée cemme une vallée principale des Pyrénées, en ce sens qu'elle a son origine au faîte de la chaîne centrale, et que sa direction moyenne de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est est, à très-peu-près, perpendiculaire à celle de cette chaîne; néan-

(1) V. la carte de la Pl. VIII.

moins elle n'en traverse pas tout le versant septentrional, puisqu'elle se réunit, à Tarascon, à la vallée de l'Ariége, et que le pied de la chaîne ne se trouve que six ou sept lieues plus loin.

La longueur totale de la vallée, depuis son origine jusqu'à Tarascon, est d'environ 35 kilomètres et sa pente de 1.500 mètres. D'après M. d'Aubuisson, Vicdessos, qui se trouve à-peu-près aux trois cinquièmes de la vallée à partir du faîte, est élevé, au-dessus du niveau de la mer, de 705 mètres, et Tarascon de 461.

La pente est donc loin d'être uniforme dans toute la longueur de la vallée : le torrent qui l'arrose est très-rapide depuis le faîte jusqu'à Vicdessos; il se précipite souvent en cascades dans cet intervalle; tandis que de Vicdessos à Tarascon, quoique coulant encore avec rapidité, il offre rarement des chutes prononcées.

Les pentes des vallées latérales sont encore plus rapides, bien que l'origine de la plupart d'entre elles soit moins élevée que celle de la vallée principale, si l'on excepte toutefois la vallée de Siguer, qui a aussi son origine au faîte de la haute chaine, et dont la direction est presque parallèle à celle de la vallée de Vicdessos.

Les parois des vallées sont en général très-escarpées; elles présentent quelquefois des espèces de plateau, ou plutôt des repos de la pente, où sont bâtis les hauts villages.

Les vallées éprouvent fréquemment des resserremens; alors leurs parois se redressent, et la pente du torrent augmente; plus haut et plus bas, la vallée s'élargit : ainsi l'entrée de la vallée de Vicdessos, en venant de Tarascon, est très-resserrée et a ses parois presque à pic : à Vic-

dessos, au contraire, elle s'élargit considérablement et forme une petite plaine. Les élargissemens notables du fond des vallées se trouvent toujours un peu au-dessous de la réunion des torrens de deux ou de plusieurs vallées.

Les montagnes les plus élevées de la vallée de Vicdessos, vers le faîte de la chaîne, ont jusqu'à 3.110 mètres de hauteur absolue, et dépassent par conséquent la limite des neiges perpétuelles, que M. Ramond a fixée entre 2.630 et 2.730 pour le versant septentrional des Pyrénées. Néanmoins il n'y existe point de glaciers, je ne sais même si l'on peut dire qu'il y ait des neiges perpétuelles : car, dans les étés très-longs et très-chauds, les sommets se dégarnissent complétement, et il ne reste des lambeaux de neiges que dans quelques cavités et dépressions, où ils sont entièrement abrités.

Ce peu de permanence des neiges tient vraisemblablement à ce que le faîte de la chaîne s'abaisse notablement vers la partie supérieure des vallées voisines, et à ce que la forme des montagnes oppose peu d'obstacles à l'action des rayons solaires et des vents du sud.

Le climat de cette contrée, sauf celui des vallées hautes, n'est pas très-rigoureux. Il est rare qu'à Vicdessos la neige couvre la terre plus d'un mois de suite ; il est vrai qu'ordinairement il en tombe plusieurs fois chaque hiver ; l'automne est presque toujours la plus belle saison de l'année.

La limite des terrains cultivés atteint une hauteur qui varie de 1.200 à 1.400 mètres au-dessus du niveau de la mer, selon l'exposition des pentes. Plus haut, on trouve les forêts de chênes et

de hêtre, puis les arbres résineux; enfin, les sommités sont, le plus souvent, nues et en aiguilles, ou bien consistent en plateaux couverts de gazon. Assez fréquemment, on trouve, dans les dépressions des plateaux, des étangs dont le fond est tourbeux, et qui sont comme des réservoirs, alimentant de leur trop-plein les torrens qui coulent sur les pentes.

Les productions de cette contrée consistent principalement en fourrages, en céréales et en pommes de terre; on y élève des bestiaux, qui, durant l'été, demeurent constamment sur les plateaux des montagnes.

La vallée de Vicdessos était jadis couverte de bois, du moins si l'on en croit la tradition; mais le grand nombre des forges qui y existaient a amené la destruction presque totale de ces forêts, qui occupaient le penchant des montagnes, et ces pentes, trop rapides pour retenir d'elles-mêmes la terre végétale, n'offrent plus aujourd'hui que des rochers nus, le plus souvent dépourvus de toute trace de végétation. Les bois encore subsistans ne suffisent pas pour le chauffage des habitans et l'étançonnage des mines.

Malgré cette rareté d'une matière de première nécessité, sur-tout dans un pays froid, malgré le peu d'étendue des terrains propres à la culture, il est peu de contrées où la population s'accroisse plus rapidement. Les avantages énormes que procure médiatement ou immédiatement à tous les habitans l'exploitation des mines leur donnent les moyens de se pourvoir, hors de la vallée, de tous les objets nécessaires à la vie, que leur refuse le climat. Il est peu de cantons aussi circonscrits, où il entre autant de numéraire que

dans la vallée de Vicdessos, et il est dû presque tout entier à la vente du minérai.

C'est dans le petit vallon de Sem que se trouvent les mines, qui sont toutes ouvertes dans la montagne dite *Rancié*. Sem est situé au sud-est de Vicdessos, et à la distance de 2 kilomètres; les mines se trouvent à l'est du village. D'après les mesures barométriques de M. d'Aubuisson, Sem est élevé, au-dessus du niveau de la mer, de 961 mètres, et le sommet du mont Rancié de 1.598. Les exploitations anciennes ou modernes occupent à-peu-près toute la hauteur comprise entre ces deux points.

Le vallon de Sem se dirige sensiblement du sud au nord; la montagne de Rancié forme l'extrémité de sa partie orientale; il constitue une *vallée haute;* car le torrent qui l'arrose, et dont la pente est constamment très-forte, se réunit à la rivière de Vicdessos par une chute de plus de 100 mètres de hauteur. Près de cette belle cascade, on a pratiqué une route qui passe à Sem, et qui se prolonge jusqu'aux exploitations les plus élevées; elle n'est susceptible d'être fréquentée que par les bêtes de somme : c'est par leur moyen que le minérai est transporté à Cabre, village situé au bas de la cascade, sur la route de Vicdessos à Tarascon : là, se trouvent des entrepôts d'où on l'expédie pour les forges éloignées.

PREMIÈRE PARTIE.

Gisement et nature des minérais.

Après avoir essayé de donner un court aperçu de la constitution géognostique de la vallée de Vicdessos, je décrirai en détail les circonstances

du gisement des minérais, et je terminerai par l'examen de leur nature.

I. CONSTITUTION GÉOGNOSTIQUE DE LA VALLÉE DE VICDESSOS (1).

Je décrirai successivement le terrain granitique, qui est incontestablement au-dessous des autres, puis ceux qui le recouvrent vers le sud et qui renferment les amas métallifères.

§ 1. *Du granite.* Il constitue le sol de la partie moyenne de la vallée de Vicdessos.

Ce granite est en général à grains moyens, et composé de feldspath blanc, de quartz gris et de mica noir ou brun. Souvent les grains des principes constituans deviennent d'une grosseur remarquable, jusqu'à avoir un décimètre de diamètre, et le mica est en grandes plaques d'un blanc argentin; ailleurs, au contraire, ils sont d'une ténuité extrême; dans ce dernier cas, le mica prédomine, et il en résulte des rognons distincts de couleur foncée, au milieu du granite ordinaire.

On observe très-souvent dans ce granite une tendance à passer au gneiss, et tous les autres granites des Pyrénées que j'ai pu visiter m'ont offert le même caractère. Au reste, on trouve dans la vallée de Vicdessos des couches de gneiss et de micaschiste subordonnées au granite (étang d'Arbu), mais elles y sont rares. Leur direction paraît se rapprocher de la direction générale de la chaîne (de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest).

L'amphibole se rencontre quelquefois disséminé dans le granite; mais la tourmaline est le minéral que l'on y trouve le plus fréquemment. On en voit souvent des quantités prodigieuses, et, ordinairement alors, le mica disparaît presque

(1) V. la carte géognostique de la Pl. VIII.

entièrement, de sorte qu'il en résulte une roche analogue à la syénite, mais où la tourmaline occupe la place de l'amphibole (vallée de Suc).

L'action destructive des agens atmosphériques n'agit pas toujours de la même manière sur le granite. Dans certains endroits, cette roche se désagrège jusqu'à une grande profondeur au-dessous de la surface du sol, et se réduit en un sable que les torrens entraînent peu à peu (environs d'Orus); sur d'autres points, la roche se fend en blocs, qui roulent dans les vallées à la suite des dégels (parois orientales de la vallée entre Cabre et la Ramade).

Les formes des montagnes granitiques sont en général arrondies; elles présentent quelques plateaux, et assez fréquemment des étangs dont les environs sont tourbeux.

Le terrain granitique s'élève à une hauteur d'environ 2.300 mètres au-dessus du niveau de la mer (Pic des Trois Seigneurs).

Terrain au sud du granite.

Nous y formerons deux divisions : terrain de calcaire cristallin, et terrain de calcaire et de schiste argileux.

§ 2. *Terrain de calcaire cristallin.* — Au sud, et immédiatement au-dessus du granite, on trouve un calcaire très-cristallin, quelquefois lamelleux, ordinairement saccharoïde, le plus souvent blanc, et dans certains endroits gris foncé. Il forme une masse d'environ 2.000 mètres d'épaisseur, que l'on peut suivre dans la direction de l'est à l'ouest, depuis la vallée de Siguer jusqu'au-delà du village d'Erce dans la vallée de ce nom. En certains points de ce calcaire, l'on

croit reconnaître une stratification par suite de laquelle les couches se dirigeraient de l'est à l'ouest, et plongeraient du nord au sud sous un angle de 50° à 60° avec l'horizon ; mais ces apparences de stratification sont tellement vagues et si peu constantes, que je n'oserais affirmer que ce calcaire forme réellement des couches.

Le calcaire cristallin renferme en abondance la substance nommée *Couzeranite* par M. de Charpentier ; elle y est disséminée en cristaux tantôt noirs, tantôt verts, et il est probable que ce sont des cristaux indiscernables de la première variété qui produisent les teintes foncées d'une partie des calcaires.

C'est dans ce terrain calcaire que se trouvent les masses de Lherzolithe ou Pyroxène en roche, et les masses de Diabase signalées par M. de Charpentier.

La roche de pyroxène est grenue le plus ordinairement, mais quelquefois presque compacte ; ses couleurs sont grisâtres et verdâtres ; on y trouve assez rarement des rognons d'amphibole noir. Le pyroxène en roche paraît, en quelques points, stratifié parallèlement au calcaire ; mais les fentes qui le traversent en plusieurs sens, et qui sont très-prononcées, peuvent faire douter qu'il y existe réellement des fissures de stratification.

On remarque ordinairement, à la jonction du calcaire et de la Lherzolithe, des poudingues calcaires à fragmens blancs et à ciment orangé, qui paraissent remplir des fentes entre les deux roches.

Le pyroxène forme une série d'amas intercalés dans le calcaire, depuis le col de Lercoul (vallon

de Sem) jusqu'à l'étang de Lerz, origine de la vallée de Massat. Un fait remarquable, c'est que ces amas sont tous très-voisins du contact du calcaire avec le granite.

Les amas de diabase sont plus rares. Le principal se trouve dans la vallée de Saleix, près du port d'Aulus. Cette roche est à grains de grosseur moyenne, bien cristalline. Le feldspath en est blanc et l'amphibole noir. On y remarque souvent des lamelles de mica.

Les calcaires cristallins sont recouverts, à stratification non concordante, par des roches d'une nature et d'une structure toutes différentes.

C'est à ce calcaire que M. de Charpentier a donné le nom de terrain de calcaire primitif. En effet, on n'y a point trouvé jusqu'ici de corps organisés; d'ailleurs, le terrain supérieur, bien que renfermant du calcaire blanc saccharoïde, paraît tout-à-fait distinct, et par sa nature et par sa stratification, du calcaire cristallin avec pyroxène et diabase.

Il paraît donc que, jusqu'à de nouvelles observations, celui-ci doit continuer à être regardé comme un terrain distinct. Les montagnes formées de ce calcaire présentent en général des pentes très-abruptes et très-arides. La roche se détruit en se réduisant en fragmens : ceux-ci sont quelquefois agglutinés de nouveau par un ciment calcaire, et recouvrent les pentes qui ne sont pas très-rapides. La Lherzolithe se décompose et produit une terre rougeâtre, qui colore fréquemment le ciment des brèches calcaires que nous venons de mentionner.

Le calcaire primitif ne s'élève guère qu'à 1.600 mètres au-dessus du niveau de la mer.

§ 3. *Terrain de schiste argileux et de calcaire.* — Nous allons décrire successivement et sans interruption les roches qui le constituent. Lorsqu'on traverse ce terrain en allant de Vicdessos vers le faîte de la chaîne, ces roches se présentent dans l'ordre suivant :

On trouve d'abord des poudingues calcaires alternant avec des schistes argileux.

Ces poudingues sont à fragmens et à ciment calcaires également compactes ; on ne les distingue le plus souvent que par la couleur différente que leur donne, à la surface, l'action des agens atmosphériques ; leurs couleurs tirent sur le gris et le jaune pâle. J'ai vu dans ces poudingues un fragment arrondi de gneiss (pont de La Vexanelle et forge de Lapradt).

Le schiste argileux est d'un gris plus ou moins foncé, fréquemment calcarifère et un peu carburé ; il forme quelquefois, au milieu du calcaire, des couches très - minces, dans lesquelles les feuillets de schiste sont pliés en V (pont de la Vexanelle).

Le schiste, en s'unissant intimement au calcaire, forme des roches mélangées, plus ou moins schisteuses et plus ou moins carburées , ordinairement traversées, perpendiculairement aux strates , par de petits filons de spath calcaire très-minces et peu étendus (pont de l'Oratoire).

Cette roche passe par degrés à un schiste argileux gris de cendre , très-fissile , et où l'on reconnaît souvent des paillettes séparées de mica, indiquant un passage à la grauwacke schisteuse (col de Sem et vallée de Saleix).

Ces schistes prennent souvent une couleur verte , et l'onctuosité au toucher qu'ils offrent

alors y dénote la présence du talc (vallée de Sem, derrière le village).

Le calcaire se montre bientôt, et forme avec les schistes talqueux une roche mélangée, de même nature que le marbre Campan, mais d'une structure un peu différente, en ce que le mélange des deux roches simples est beaucoup plus intime. Cependant, la décomposition à l'air fait ressortir les noyaux calcaires enveloppés de rubans schisteux. Le schiste est ordinairement vert; le calcaire d'un blanc tirant sur le rose. Ce dernier est presque toujours siliceux; il prend souvent la texture grenue. Cette roche ne constitue que quelques couches minces (mont Rancié, ancien chemin des mines, et galerie Becquey).

A cette roche succèdent des calcaires gris cristallins, des grauwackes schisteuses, puis des schistes argileux effervescens par l'acide nitrique, noirs, friables, tachant les doigts et fortement carburés. Ils forment des couches épaisses, plus ou moins chargées de calcaire et de pyrite de fer en lamelles et en cristaux (galerie Becquey).

Ils sont recouverts par des calcaires d'un gris clair, souvent grenus, mélangés de schiste carburé, presque toujours étincelans sous le choc du briquet; ils renferment des rognons de quarz, des veines et de petits amas de calcaire lamelleux, et quelques couches de schiste carburé et de calcaire saccharoïde. Au reste, la texture de cette dernière roche est variable, même dans l'étendue d'une couche : elle est quelquefois presque compacte et faiblement translucide; d'autres fois, décidément saccharoïde; le fer sulfuré cubique y est très fréquent (mont Rancié, aux environs des amas métallifères, mont Bertié).

C'est au milieu de ces couches calcaires que gisent les amas métallifères que l'on exploite ou que l'on a exploités dans la vallée de Sem. Nous reviendrons plus tard sur ce sujet.

Le calcaire se mélange de nouveau avec des schistes argileux gris, ou alterne avec des couches de cette roche et avec des couches de grauwacke et de grauwacke schisteuse, dont la texture est bien discernable. Quant à la grauwacke proprement dite, je ne l'ai vue qu'en blocs roulés et point en place; mais il ne peut me rester aucun doute sur son origine. On voit la grauwacke schisteuse passer au schiste argileux de la manière la plus prononcée (chemin de Sem à Goulier). On m'a assuré avoir trouvé dans ce schiste des empreintes végétales à la montagne dite *Lescoul*.

A partir de ces couches, durant un assez long intervalle, on ne trouve plus que deux sortes de roches, le schiste argileux et le quarz grenu schistoïde.

Le schiste argileux présente deux variétés : la première, et la moins fréquente, est tendre, assez douce au toucher, et a une cassure terreuse en travers; elle offre une structure très contournée en petit; elle est fréquemment imprégnée de graphite.

La seconde variété est beaucoup plus dure et plus tenace; elle est d'un gris sombre ou d'un brun foncé, et devient rougeâtre à l'air; elle se divise en plaques plus ou moins épaisses, et se casse souvent en fragmens pseudo-réguliers; elle passe quelquefois au schiste coticulaire, et renferme des veines de schiste siliceux.

Le quarz grenu schistoïde est d'une couleur

grise plus ou moins foncée; il renferme fréquemment des feuillets de schiste argileux souvent contournés. Ce quarz est ordinairement mélangé de paillettes de mica. Les feuillets de schiste argileux, intercalés dans cette roche, dominent quelquefois au point d'amener un véritable passage.

Les schistes argileux renferment fréquemment des mâcles.

Ces trois roches alternent entre elles sans ordre marqué. La portion du terrain qu'elles constituent est assez étendue : on peut la suivre, dans la vallée de Vicdessos, depuis le confluent du torrent de Bassiès jusqu'au plan de l'Isard, et au fond du vallon de Sem jusqu'au pied du pic Deudron.

En continuant à s'avancer de ces deux points vers le faîte de la chaîne, on trouve principalement des schistes argileux analogues à ceux que nous venons de décrire; mais on rencontre en outre deux roches remarquables dans cette position.

L'une est le micaschiste bien caractérisé, passant fréquemment au gneiss, et formant, au milieu du schiste argileux, des couches ou des amas subordonnés.

L'autre roche est le granite, tantôt à grains fins, tantôt à gros grains, et renfermant des cristaux de tourmaline. Je ne puis pas affirmer que le granite forme des couches au milieu du schiste argileux et du micaschiste : il m'a paru le plus souvent y constituer des amas, qui sont comme enveloppés de micaschiste.

La présence du granite dans ce terrain était assez remarquable pour que je m'assurasse des circonstances de son gisement. Je ne l'avais ob-

servé d'abord que dans le fond des vallées; mais en parcourant les sommités, j'ai également vu, mais moins fréquemment, les couches de schiste argileux et de micaschiste interrompues par d'énormes masses de granite, auxquelles ces roches adhèrent parfaitement, quoique souvent le passage soit brusque de l'une à l'autre.

Ces dernières couches du terrain de schiste argileux renferment quelques filons contenant de la galène argentifère, de la pyrite magnétique, du cuivre pyriteux, etc., et des amas de minérai de fer analogues à ceux de la vallée de Sem.

Telle est la série de roches que l'on observe entre Vicdessos et le faîte de la chaîne. Les premières couches sont adossées au calcaire cristallin et plongent du nord au sud, sous un angle d'environ 75°. En s'avançant vers le faîte de la chaîne, on voit les couches se relever et bientôt atteindre la verticale; enfin, si l'on dépasse le faîte en descendant dans la vallée d'Andorre, les couches qui, à l'origine de cette vallée, étaient verticales, viennent à plonger de plus en plus du sud au nord, jusqu'à faire un angle de 70° avec l'horizon, près du bourg d'Andorre, où il m'a paru qu'elles reposaient sur le granite. En descendant la vallée d'Andorre, on voit disparaître graduellement les roches cristallines (granite et micaschite) que l'on remarque vers le faîte de la chaîne; et du Serral à Andorre, on n'observe que le schiste argileux et le quarz. Dans tout l'intervalle qui sépare Andorre et Vicdessos, la direction moyenne des couches est de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest, avec de fréquentes oscillations autour de cette ligne; car les contournemens en grand ne sont pas rares dans ce terrain.

Si donc l'on fait une coupe des terrains compris entre Vicdessos et Andorre (1), on aura aux deux extrémités des massifs granitiques entre lesquels les couches des terrains auront la forme d'un éventail, dont la partie centrale présente le schiste argileux, avec micaschiste et granite, faisant suite de part et d'autre au schiste argileux. Vers Andorre, celui-ci reposera immédiatement sur le granite; tandis que, dans la vallée de Vicdessos, il en sera séparé par des couches alternantes de calcaire et de schiste peu différentes des premières, et par le calcaire avec pyroxène et diabase.

Les poudingues et les grauwackes que renferme le terrain que nous venons de décrire suffiraient pour le faire ranger parmi les terrains intermédiaires, indépendamment des empreintes végétales que l'on dit y avoir trouvées. Si d'ailleurs on le compare aux autres terrains de la chaîne, on remarque qu'il ne diffère de ceux de la vallée du Sallat, que je choisis comme les plus rapprochés, qu'en ce que dans ceux-ci les roches calcaires à structure entrelacée ont pris beaucoup plus de développement; et comme dans cette dernière vallée, ces roches renferment des corps organisés, notamment des Entroques, il ne paraît pas que la place que doit occuper le terrain de la vallée de Vicdessos puisse être douteuse.

D'après la nature des roches qui constituent ce terrain intermédiaire, on concevra aisément que les montagnes qui en sont formées aient en général des formes abruptes, telles que celles de pics et d'aiguilles. Un petit nombre seulement d'entre elles présentent des formes arrondies, parce que le schiste argileux s'y trouve plus

(1) V. la coupe de la Pl. VIII.

friable; on y voit même des plateaux, mais peu étendus.

Le terrain de transition atteint, dans la vallée de Vicdessos, une hauteur de 3.110 mètres vers le faîte de la chaîne (pic d'Estats).

II. DESCRIPTION DU GITE MÉTALLIFÈRE.

§ 4. C'est au milieu des calcaires gris qui constituent en partie les premières masses du terrain de transition, décrits § 3, que se trouvent les masses de fer hydraté et de fer spathique décomposé que l'on exploite ou que l'on a exploitées dans la vallée de Sem. Ces masses sont au nombre de deux au moins. Je vais décrire, en détail, celle de Rancié, la seule que l'on exploite maintenant, et la seule par conséquent que l'on puisse bien étudier.

Tout ce que je puis dire des autres massifs métallifères reconnaissables, soit par des affleuremens, soit par des vestiges des anciennes exploitations, c'est qu'ils sont parallèles à celui dont je vais m'occuper.

La masse métallifère de Rancié a sa direction de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest : plus exactement, elle fait un angle de 45° nord-ouest avec le méridien magnétique; elle plonge du nord au sud, en formant avec l'horizon un angle de 75°.

Sa puissance moyenne est de 10^m.; mais elle en atteint souvent 15 et 20, et dépasse quelquefois cette épaisseur : plus rarement, elle se réduit à 5 et 6 mètres; et enfin il arrive que les parois se resserrent, se confondent, et ne laissent plus entre elles aucune trace de minérai.

Dans le sens de sa longueur, parallèlement aux couches des roches voisines, le gîte métallifère est

également borné; mais comme les terminaisons reconnues ne le sont pas sur toute la hauteur de la masse, la longueur qu'on en déduirait pour celle-ci serait incertaine. On peut affirmer qu'elle excède 1.000 mètres.

Quant à la hauteur du gîte métallifère, elle est connue depuis le sommet de la montagne jusqu'à sa base, au dessus du village de Sem; ce qui donne une hauteur totale de 680 mètres, suivant l'inclinaison de la masse; mais il est vraisemblable qu'il s'enfonce encore au dessous.

Considérées en grand, les parois du gîte sont sensiblement planes, malgré de fréquentes ondulations en petit, et malgré les renflemens ou les resserremens de la masse. On observe toutefois que, vers les terminaisons, les parois ont une allure beaucoup plus irrégulière, et sont fortement contournées. L'une des terminaisons a lieu par un barrage vertical connu sur 100 mètres de hauteur, et qui ferme brusquement la masse, dont les parois sont distantes de 7 à 8 mètres. Ce barrage forme continuité avec le toit et le mur, et il est de même nature qu'eux : il a été reconnu sur 6 mètres d'épaisseur, sans trace de minérai. L'autre terminaison a lieu par un amincissement graduel de la masse, qui finit à peu près en coin.

Le mur est ordinairement formé d'un calcaire grisâtre demi-cristallin : il est quelquefois de couleurs claires et plus cristallin ; ailleurs, il passe presque complétement au schiste calcaréo-argileux. Le toit est un calcaire ordinairement de couleurs plus claires, demi-cristallin, souvent blanc ou rougeâtre et saccharoïde.

En général, la roche du mur est distinctement séparée du minérai ; lorsque cette roche est de

nature schisteuse, elle est enduite d'une lisière excessivement mince de schiste talqueux, que recouvre une salbande plus ou moins épaisse d'argile ferrugineuse rouge. Lorsque le mur est de calcaire pur, la lisière de schiste argileux ne subsiste plus; mais la salbande d'argile se retrouve presque toujours, et la roche est souvent mamelonnée et lisse, comme usée par un frottement lent et répété. Quelquefois le minérai est adhérent à la roche, sans substance interposée; quelquefois ils sont comme fondus l'un avec l'autre, et il y a un passage insensible de la roche au minérai.

Ce passage est très fréquent au toit de la masse, et jamais je n'y ai observé de séparation distincte ou de salbande; mais presque toujours on passe du minérai à un calcaire ferrifère, qui finit par perdre sa teinte rougeâtre : quelquefois cependant le minérai est adhérent à un calcaire cristallin blanc, et il y a un passage brusque.

Vers les terminaisons de la masse, la salbande d'argile rouge s'épaissit beaucoup, et on trouve fréquemment dans son intérieur des blocs calcaires plus ou moins cristallins, arrondis comme s'ils avaient été roulés. Dans les nouveaux travaux, où l'on a reconnu une des terminaisons de la masse, celle-ci, sur une longueur de près de 100 mètres, n'est composée que d'argile empâtant des blocs calcaires arrondis, plus ou moins considérables, avec quelques veines de minérai. Ces rognons calcaires ont souvent plusieurs mètres en tous sens, et quelques uns qui s'appuient sur le mur n'interrompent point la salbande; ils

sont, en général, beaucoup plus cristallins que la roche du mur, mais sensiblement de même nature que le toit.

Dans l'intérieur de la masse, les parois se rapprochent souvent de manière à se confondre; plus fréquemment encore, des veines calcaires se détachent du toit et du mur, se croisent et s'entrelacent en tous sens avec le minérai, en se fondant avec lui, de sorte qu'il est impossible de trouver des séparations distinctes : on voit très bien ces entrelacemens dans l'affleurement où est ouverte l'ancienne mine du *Poutz.*

Outre ces entrelacemens, on observe fréquemment dans la masse métallifère des veines calcaires analogues à la roche des parois, et qui la divisent parallèlement aux couches du terrain environnant. Ces veines ont quelquefois une étendue et une régularité remarquables; on en a observé deux à la mine de la Craugne, qui partagent la masse en trois massifs distincts dans une étendue de plus de 80 mètres. Aux approches de ces veines, la structure de la masse est la même que dans le voisinage du mur et du toit; en sorte qu'il est impossible de ne pas les confondre avec les parois, et cette erreur a fréquemment eu lieu dans le cours de l'exploitation.

Les rognons calcaires sont très fréquens au milieu de la masse; ils font corps avec elle, sont en général très cristallins, et passent au minérai en se chargeant de plus en plus de fer carbonaté.

Enfin, pour terminer ce qui concerne la structure intérieure du gîte métallifère, nous remarquerons que le minérai est criblé de géodes et de cavités dont les parois sont plus ou moins

cristallines, et qui renferment le plus souvent des substances cristallisées ou stalactiformes.

Après avoir fait connaître l'allure générale de la masse métallifère de Rancié, nous allons considérer quelques irrégularités qui se sont présentées dans la structure et qui méritent d'être remarquées.

Les plus saillantes sont deux branches au mur, qui ont été l'objet de deux anciennes exploitations; toutes deux partent du mur de la masse principale, et se dirigent du sud-est au nord-ouest, en faisant avec elle et avec les couches du terrain un angle de 30° : la seule que l'on puisse étudier est celle qui a été exploitée à la mine de Bellagre.

La puissance de cette branche varie de 4 à 10 mètres. Son inclinaison, qui se rapproche rarement de la verticale, diminue quelquefois jusqu'à n'être plus que de 30 à 40° avec l'horizon. En général, ses parois offrent les mêmes circonstances que celles de la masse principale; seulement on y observe des parties fort étendues, où le toit est bien plane ainsi que le mur, et où il existe une salbande à chaque paroi. Quant à la jonction de cette branche avec la masse principale, on ne peut guère l'observer, à cause des éboulemens des anciens travaux.

Il arrive très fréquemment, soit au mur, soit au toit, que des rognons de minérai se détachent de la masse principale et s'enfoncent dans la roche des parois; on peut en observer plusieurs au fond de la mine du Bellagre, qui sont presque entièrement séparés de la masse principale. Mais le plus remarquable de tous se trouve près de l'entrée de l'ancienne mine du *Poutz;* il descend

verticalement sur une profondeur de plus de 50 mètres, après s'être détaché du mur de la masse; en sorte que le vide qu'a laissé son exploitation forme un véritable puits.

Enfin, sur une bien moindre échelle, on observe très fréquemment de petits rognons de minérai, soit fer spathique, soit fer hydraté, disséminés dans la roche des parois et souvent séparés des masses, auxquelles ils tiennent quelquefois par des veinules.

§ 5. En résumé, les principales circonstances remarquables que présente le gîte métallifère de Rancié sont les suivantes:

1°. Le minérai est, en général, séparé de la roche du mur par une salbande d'argile ferrugineuse, quoique souvent il y ait passage de la roche au minérai, ainsi que cela a presque toujours lieu au toit;

2°. La roche des parois s'entrelace souvent de l'une à l'autre avec le minérai, et la masse est divisée, suivant sa longueur, par des veines calcaires parallèles aux couches du terrain;

3°. Le gîte métallifère se termine brusquement dans le sens de sa longueur;

4°. Il renferme fréquemment des rognons de calcaire cristallin et des géodes ou cavités cristallines;

5°. La roche des parois renferme des rognons de minérai; en outre, elle est souvent pénétrée de minérai, surtout celle du toit;

6°. Enfin, le gîte métallifère a diverses ramifications, qui coupent les couches du terrain, et dont la structure est assez analogue à celle du massif principal.

D'après ce qui vient d'être exposé, ce gîte

métallifère ne peut pas être appelé *couche*, puisqu'il est brusquement terminé dans le sens de sa longueur. Malgré le parallélisme du massif principal et des couches du terrain, les géodes et les cristallisations, la régularité presque continue des salbandes au mur, les ramifications qui coupent les couches environnantes, porteraient à le considérer comme analogue aux filons; néanmoins, les passages presque continuels de la roche au minérai ou réciproquement, les entrelacemens fréquens de ces deux substances, les veines calcaires parallèles aux couches, enfin le minérai qui se trouve en rognons dans la roche des parois, toutes ces circonstances me paraissent devoir l'emporter, et faire définir le gîte de Rancié : un *amas parallèle aux couches et contemporain aux roches.*

La formation des salbandes me paraît postérieure à celle du terrain et du minérai. On peut la concevoir par un retrait qui aurait séparé le minérai de la roche, principalement vers le mur et dans les points où il n'y avait pas mélange intime; les eaux de filtration, corrodant le minérai et le calcaire siliceux, auraient, par le mélange de particules de ces deux substances, produit cette argile, qui a rempli tous les vides laissés par le retrait, et qui a même pénétré souvent dans les fentes de la roche et dans les cavités de la masse métallifère. On concevrait bien par là les parois ondulées et lisses qui sont si fréquentes. Quant aux blocs calcaires arrondis, qui sont souvent empâtés dans l'argile, ils auraient été corrodés sur place, ou bien se seraient détachés par suite de l'action des eaux : ces deux effets ont pu avoir lieu simultanément. Tous les accidens de ce genre

seraient bien plus marqués aux terminaisons de l'amas, où le retrait aurait été plus considérable.

Au reste, je ne présente cette explication qu'avec les doutes qui doivent accompagner tout ce qui n'est pas le résultat d'observations incontestables. Mon but était d'exposer les circonstances qui accompagnent un gîte métallifère très remarquable et très intéressant pour les géologues. Quand bien même les conclusions que je tire des faits exposés seraient erronées, les détails où je suis entré suffiront peut-être pour conduire à des conséquences plus exactes.

III. NATURE ET DISPOSITION DES MINÉRAIS.

§ 6. Ainsi que j'ai déjà eu occasion de le dire, l'amas de Rancié consiste principalement en fer hydraté et en fer spathique décomposé; mais il renferme en outre plusieurs autres substances qu'il est intéressant de faire connaître. Je vais donc indiquer succinctement les espèces minérales que l'on y a rencontrées, en notant en même temps leur manière d'être dans le gîte.

1. *Fer oxidé.* — 1°. Lamellaire (fer micacé): il se trouve en paillettes peu adhérentes, le plus souvent très friables; il forme des filets dans tous les sens au milieu de l'amas, et constitue aussi quelques rognons dans la masse et dans la roche des parois. Cette substance est très fréquente, quoiqu'elle existe en petite quantité. — 2°. Fibreux (hématite rouge): il se trouve en couches minces mamelonnées, dans quelques cavités du fer hydraté: cette sous-espèce est peu fréquente, sans être rare. — 3°. Grenu (mine à grains d'acier): il se trouve souvent stratifié, en couches peu

épaisses, avec la variété précédente. — 4°. Compacte : il est extrêmement rare.

En définitive, le fer oxidé ne peut être regardé que comme accidentel.

II. *Fer hydraté.* — 1°. Fibreux (hématite brune): il constitue la surface des nombreuses cavités dont est criblé l'amas métallifère. Ses fibres sont plus ou moins longues, et les couches mamelonnées plus ou moins épaisses; elles alternent quelquefois avec celles de l'hématite rouge. L'hématite brune est extrêmement répandue. — 2°. Compacte (mine brune): il forme la majeure partie de la masse. — 3°. Epigène (mine noire): il provient de la décomposition du fer spathique, et se trouve en lamelles plus ou moins distinctes. Cette variété, quoique abondante, l'est beaucoup moins que les deux précédentes. — 4°. Terreux: il forme une partie de la masse. — 5°. Ocreux: il est mélangé d'argile, et constitue la salbande du mur.

Le fer hydraté peut être considéré comme constituant l'ensemble de l'amas métallifère.

III. *Fer carbonaté.* — Lamelleux: il est d'un blanc jaunâtre, nacré. Cette substance, qui a dû être autrefois très commune, ne se trouve plus que par rognons excessivement rares, près du mur de l'amas, dans les nouveaux travaux.

IV. *Fer sulfuré.* — 1°. Cristallisé. Cette substance, qui est disséminée dans toutes les roches voisines, se trouve très rarement dans le minérai, en cristaux cubiques souvent décomposés. — 2°. Amorphe: il forme quelques rognons dans le minérai.

V. *Cuivre pyriteux.* — Il en existe quelques

rognons très petits, dans certaines parties de l'amas.

VI. *Cuivre carbonaté vert (malachite).* — On l'a trouvé sous forme rayonnée, dans quelques géodes.

VII. *Cuivre carbonaté bleu.* — On le trouve en très petits amas pulvérulens, dans quelques géodes.

Il est vraisemblable que les carbonates proviennent de la décomposition du cuivre pyriteux. Au reste, l'existence de ces trois espèces n'a été bien constatée que parmi les éboulis d'une ancienne mine, qui fut, dit-on, abandonnée pour ce motif.

VIII. *Manganèse oxidé.* — 1°. Fibreux : on a trouvé quelques masses bacillaires de cristaux cannelés dans des géodes d'hématite; mais elles sont d'une rareté extrême. — 2°. Stalactiforme : on voit souvent de ces stalactites, presque entièrement manganésiennes, dans des géodes d'hématite brune. — 3°. Pulvérulent : il forme des enduits veloutés sur la surface des hématites brunes. — 4°. Argentin : il est d'un blanc d'argent tirant sur le violet, et forme quelques enduits superficiels sur les hématites brunes.

Le manganèse oxidé est extrêmement répandu dans l'amas de Rancié ; le minérai en est, pour ainsi dire, imprégné.

IX. *Chaux carbonatée.* — 1°. Cristallisée : elle tapisse les géodes des hématites et y forme des druses. Les principales variétés de formes se rapportent aux rhomboèdres primitif, inverse, équiaxe et contrastant, aux prismes hexagonaux et au dodécaèdre métastatique.—2°. Lamelleuse : elle forme un grand nombre de rognons dans la

masse, surtout dans le fer spathique décomposé. — 3°. Fibreuse : on la trouve sous forme de stalactites ou d'enduits dans certaines cavités ; elle forme, en outre, de petits filets au milieu du minérai. — 4°. Saccharoïde : elle constitue quelques rognons, et la plupart des blocs qui sont quelquefois empâtés dans l'argile des salbandes.

x. *Aragonite.* — On a trouvé, dans des cavités et dans des travaux très anciens, des concrétions coralliformes de carbonate de chaux, que l'on rapporte généralement à l'aragonite.

xi. *Quarz.* — On en trouve quelques rognons cariés et informes au milieu du fer hydraté.

Quant à la disposition de ces diverses substances, je viens de la faire connaître en grande partie ; il me reste à dire que le fer spathique décomposé se trouve dans certains endroits formant toute l'épaisseur de la masse ; tandis que, dans d'autres, c'est le fer hydraté ; et le passage de l'un à l'autre a lieu d'une manière insensible, par le mélange graduel du fer hydraté compacte avec celui qui conserve la structure lamelleuse du fer carbonaté. Doit-on croire que la masse entière a d'abord été composée de cette dernière substance, qui, remaniée par les eaux, a produit le fer hydraté, mamelonné, etc. ? C'est une question pour la solution de laquelle je n'aperçois pas de données positives.

(*La suite à une prochaine livraison.*)

Sur la Couzeranite.

PAR M. DUFRÉNOY, Ingénieur des Mines.

M. de Charpentier, dans l'important ouvrage qu'il a publié sur la constitution géologique des Pyrénées, annonce qu'il a trouvé fréquemment, dans le calcaire de transition de cette contrée, un minéral qu'il n'a pu rapporter à aucun autre. Comme il a rencontré cette substance, principalement dans la partie de la chaîne désignée autrefois sous le nom de *couzeran*, il l'a appelée *couzeranite*. Ce célèbre géologue n'a donné qu'une description très-superficielle des caractères de cette substance, dont il n'a fait, à bien dire, qu'annoncer l'existence. Lors d'un voyage que j'ai fait dans les Pyrénées il y a deux ans, j'ai recueilli, dans les lieux mêmes indiqués par M. de Charpentier, un calcaire contenant des cristaux qui me paraissent aussi devoir être la couzeranite, quoique leurs caractères ne soient pas exactement conformes à la description de M. de Charpentier. J'ai analysé ces cristaux et je les ai étudiés avec quelques détails; je vais exposer leurs caractères, d'où il résultera évidemment que l'on doit admettre la couzeranite comme une espèce nouvelle et différente des espèces connues.

La forme primitive de cette substance est un prisme rhomboïdal oblique, reposant sur une arête. C'est également la forme dominante, seulement cette dernière porte fréquemment une troncature sur les arêtes obtuses. Les cristaux

sont rarement terminés; les angles compris entre les faces du prisme sont à peu près de 84 et 96°; celui de la base est de 92 à 93° (1). Je donne ces angles avec quelque doute, parce qu'il est fort difficile de les mesurer, les faces de cette substance, en général peu lisses, n'étant pas miroitantes; leur peu de netteté naturelle est encore augmentée par l'action de l'acide nitrique que j'ai employé pour dégager les cristaux de couzeranite du calcaire qui les empâte. La troncature qui existe sur l'angle obtus sert de moyen de vérification pour déterminer l'angle du prisme. Ce plan, qui est également incliné sur les deux faces du prisme, fait avec chacune d'elles un angle de 138° environ.

Les cristaux de couzeranite sont striés en longueur : leur cassure est légèrement lamelleuse (2) parallèlement à la petite diagonale, et conchoïde et inégale en travers.

L'éclat, assez vif, est vitreux et résinite; ce qui donne aux fragmens quelque analogie avec l'hilvaïte.

Les cristaux sont opaques.

La couzeranite raie le verre, mais non le quarz.

---

(1) Le rapport des deux diagonales est à peu près de 9 : 10.

(2) M. de Charpentier annonce que la couzeranite présente un clivage triple, facile, parallèlement aux trois faces d'un prisme rectangulaire droit, qu'il regarde comme la forme primitive. La différence entre l'angle que j'ai trouvé et l'angle droit que j'ai cru d'abord appartenir également aux cristaux que je décris est peu importante; mais il n'en est pas de même du clivage, que je n'ai jamais pu observer dans les cristaux que j'ai recueillis.

La couleur la plus habituelle est le noir parfait, le même que celui de la variété de pyroxène désignée sous le nom d'*augite*. Il est probable que cette couleur est due à du carbone, comme celle du calcaire qui l'enveloppe. Le minéral ne contient en effet aucune substance qui puisse lui communiquer cette couleur; de plus, nous avons trouvé dans un calcaire saccharoïde blanc des cristaux d'un gris très-clair, qui sont analogues à la couzeranite. Nous avons vu aussi quelques cristaux d'un bleu indigo foncé, paraissant appartenir à la même substance.

La pesanteur spécifique de la couzeranite est de 2,69. Elle est fusible au chalumeau en émail blanc, à-peu-près comme le feldspath; avec le sel de phosphore, on obtient un bouton laiteux. Elle est inattaquable par les acides.

D'après ses caractères extérieurs, ce minéral a quelque analogie avec le pyroxène et avec la macle; mais sa cassure est très différente, et, de plus, sa fusibilité en émail blanc ne permet de le confondre ni avec l'une ni avec l'autre de ces substances.

La couzeranite se trouve dans plusieurs vallées des Pyrénées; elle existe en plus grande abondance dans celle de Seix, qui aboutit à Saint-Girons. Les plus beaux cristaux que j'aie recueillis proviennent du pont de la Taule et du port de Lerz.

Cette substance étant inattaquable par les acides, pour l'analyser, j'en ai fait fondre 5 grammes dans un creuset d'argent avec trois fois son poids de potasse caustique. Après avoir détaché, au moyen de l'eau bouillante, la com-

binaison potassée, j'ai ajouté de l'acide muriatique pur, qui a rendu la liqueur parfaitement limpide. J'ai ensuite cherché la silice, l'alumine, la chaux et la magnésie par les procédés ordinaires, substances que je savais, par des essais préliminaires, entrer dans la composition de la couzeranite. Cette analyse m'a donné le résultat suivant :

		En 100mes.
Silice. . . .	2gr.,623. . . .	0,5245
Alumine. .	1 ,213	0,2425
Chaux. . . .	0 ,600. . . .	0,1200
Magnésie. .	0 ,063	0,0127
Perte. . . .	0 ,501	0,1003
	5gr.,000	1,0000

D'après la perte considérable que présente cette analyse et la fusibilité de cette substance, j'ai présumé qu'il y avait de l'alcali, et je l'ai cherché par la méthode de M. Berthier, qui consiste à fondre le minéral que l'on désire analyser avec une certaine quantité de matières plombeuses. J'ai donc mélangé dans un creuset de platine 7 grammes de couzeranite en poussière impalpable avec 17 grammes de nitrate de plomb et 14 de céruse. J'ai dissous le verre de plomb dans l'acide nitrique pur, et après avoir séparé la silice par l'évaporation, j'ai précipité le plomb par l'acide sulfurique et par l'acide hydrosulfurique.

J'ai séparé successivement l'alumine et la chaux par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque : quant à la magnésie, je l'ai obtenue en deux parties, en recherchant les sels alcalins. Pour isoler ceux-ci, après avoir évaporé la liqueur à

siccité, j'ai calciné le résidu dans un creuset de platine, en ajoutant du carbonate d'ammoniaque sec qui a chassé l'excès d'acide sulfurique. Les sulfates neutres et la magnésie pesaient 1g,806. Ces sels, repris par l'eau, ont laissé un résidu de 0,15, qui consistait en 0,03 de magnésie provenant du sulfate de magnésie décomposé, et 0,12 de silice et sulfate de chaux.

On a donc eu :

Sulfates alcalins.	1g,655
Sulfate de magnésie non décomposé.	

Ces sulfates, décomposés par l'acétate de baryte et la baryte en excès précipitée par le carbonate d'ammoniaque, ont donné :

Sulfate de baryte.	2g,582
Carbonates alcalins.. . . .	1g,105
Magnésie.	

Les carbonates, dissous dans l'eau, ont laissé un résidu de magnésie pesant 0g,105, d'où carbonates alcalins 1g,00 : les 0g,105 de magnésie exigent 0g,203 d'acide sulfurique, et forment, par conséquent, un poids de 0g,308 de sulfate de magnésie. Il s'ensuit donc que les sulfates alcalins pèsent. . . . . 1g,348, et qu'ils contiennent acide sulfurique. 0 ,684.

Cette proportion d'acide sulfurique ne pouvant correspondre ni au sulfate de soude ni au sulfate de potasse, on a conclu que la couzeranite contenait deux alcalis; plusieurs essais ayant d'ailleurs prouvé qu'il n'y existait pas de lithion, les données que nous avons déjà obtenues suffisent pour déterminer la proportion de soude et de potasse, et l'on trouve, par le calcul, que les 1gr,348 de sulfate alcalin doivent être composés ainsi :

Potasse.	0,386	0,713	1g,348
Acide sulfurique. . .	0,327		
Soude.	0,278	0,635	
Acide sulfurique. . .	0,357		

Les carbonates que nous avons obtenus nous donnent un moyen de vérification. En effet, leur poids doit être le même que celui des carbonates, que nous composerons d'après les quantités de soude et de potasse que nous venons de déduire du calcul.

Ces proportions seraient :

Carbonate de potasse.	0,566	1g,028
Carbonate de soude.	0,462	

On avait trouvé directement 1gr,00, quantité presque identique et qui porte à croire que les proportions indiquées sont exactes.

Pour avoir un moyen de vérification de plus, j'ai transformé les carbonates en muriates, et j'ai précipité la potasse à l'état de muriate double de potasse et de platine; j'ai obtenu de cette opération

1g,12 de sel double,

quantité beaucoup trop faible; car il aurait fallu obtenir 1gr,60, le sel double de potasse et de platine contenant 0gr,37 de muriate de potasse. Je ne sais à quelle cause attribuer cette différence: peut-être ai-je perdu une certaine quantité de liqueur sans m'en être aperçu; peut-être aussi l'alcool que j'ai employé était-il trop faible.

En résumant, l'analyse par le plomb m'a donné le résultat suivant :

		En 100mes.
Silice.......	3gr,661......	0,5230
Alumine....	1 ,665......	0,2379
Chaux......	0 ,820......	0,1171
Magnésie...	0 ,108......	0,0154
Potasse......	0 ,386......	0,0552
Soude......	0 ,278......	0,0396
	6gr,918	0,9882

Ces résultats sont peu différens de ceux obtenus par l'analyse au moyen de la potasse; nous prendrons la moyenne de ces deux analyses pour la composition de la couzeranite, elle sera alors :

		oxigène.	
Silice....	0,5237...	0,2720	28
Alumine..	0,2402...	0,1122	12
Chaux....	0,1185...	0,0333	4
Magnésie..	0,0140...	0,0054	
Potasse...	0,0552...	0,0094	1
Soude...	0,0396...	0,0103	1
	0,9912		

On peut associer la silice avec ces bases de différentes manières : celle qui conduit à la formule la plus simple est de supposer que cette substance forme un silicate avec l'alumine, un bisilicate avec les alcalis et un trisilicate avec les terres alcalines; ce qui conduit aux formules

$$\ddot{K}^3\dddot{S}^4 + \ddot{N}^3\dddot{S}^4 + 12\begin{pmatrix}\ddot{C}\\ \ddot{M}\end{pmatrix}\dddot{S}^2 + 24\,\dddot{A}\,\dddot{S}$$

$$\begin{pmatrix}K\\ N\end{pmatrix} S^2 + 2\begin{pmatrix}C\\ M\end{pmatrix} S^3 + 6\,A\,S.$$

Ces formules donnent effectivement les nombres suivans, qui se rapprochent beaucoup de ceux qui ont été trouvés par l'analyse :

		oxigène.	
Silice	0,5285	0,2748	28
Alumine	0,2425	0,1132	12
Chaux	0,1204	0,0335	4
Magnésie	0,0146	0,0055	
Potasse	0,0563	0,0054	1
Soude	0,0375	0,0059	1
	0,9998		

En comparant ces formules avec celles de toutes les espèces minérales connues, on voit que la couzeranite diffère autant de ces espèces par sa composition que par ses caractères extérieurs.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA FIN DU QUATRIÈME TRIMESTRE DE 1827 ET LE COMMENCEMENT DU PREMIER DE 1828.

Ordonnance du 6 décembre 1827 portant concession d'un gisement d'alunite existant dans la commune du Mont-d'Or (Puy-de-Dôme).

Mine d'alunite du Mont-d'Or.

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait aux sieurs de Leyval et de Forget concession d'un gisement d'alunite existant dans la commune du Mont-d'Or, département du Puy-de-Dôme.

Art. II. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit :

Au sud, par une ligne droite, joignant le rocher des Aiguillettes avec le sommet de la cascade de la Dore, et prolongée de cent cinquante mètres au-delà de ce point;

A l'est, par une autre ligne droite, partant de l'extrémité orientale de la ligne ci-dessus, et aboutissant au confluent du ruisseau des Enfers et de la Dordogne;

Au nord-ouest, par une troisième ligne droite, partant de ce dernier confluent et terminée sur le ruisseau des Enfers, à quatre cents mètres de distance;

A l'ouest, par une quatrième ligne droite, partant de ce dernier point et aboutissant aux Aiguillettes, point de départ.

L'étendue superficielle de cette concession est de cinquante et un hectares deux ares, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance.

Art. III. Dans les trois mois qui suivront la date de la présente, le Préfet fera placer, aux frais des concessionnaires, par-tout où il le jugera convenable, et en présence

de l'ingénieur des mines, des bornes propres à fixer sur le terrain la position des limites ci-dessus. Procès-verbal de cette opération sera déposé à la Préfecture du département et aux archives de la commune.

Art. IV. En exécution des articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, les concessionnaires paieront aux propriétaires de la surface comprise dans l'étendue de la concession une rétribution annuelle d'un franc par hectare.

Extrait du Cahier des charges pour la concession du gisement d'alunite de la commune du Mont-d'Or.

Art. Ier. Les concessionnaires exécuteront les travaux de recherches qui leur seront prescrits par le Préfet du département, sur le rapport de l'ingénieur des mines, pour reconnaître,

1°. Le gîte stratifié, formé de trass alunifère;

2°. Le filon à base de trachite;

3°. Le stockwerck.

Ces travaux auront principalement pour but d'obtenir des notions positives sur l'abondance et la richesse de ces gisemens, et de faciliter la détermination du mode d'exploitation qui paraîtra le plus convenable aux circonstances et aux localités.

Art. II. Un an, au plus tard, après la promulgation de l'ordonnance de concession, et plus tôt, si faire se peut, les concessionnaires adresseront au Préfet du département les plans et coupes de leurs travaux de recherches, dressés sur une échelle d'un millimètre pour mètre et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés des profils et du tracé circonstancié des travaux d'exploitation que les concessionnaires se proposeront d'exécuter, des chemins, murs de soutènement, glissoirs et autres objets qu'ils reconnaîtront nécessaires, tant pour assurer le succès de leur exploitation que pour garantir les propriétés voisines des éboulemens des rochers. Ils joindront à leur envoi un mémoire explicatif et détaillé de tout ce qu'ils se proposent d'exécuter.

Art. III. Le Préfet, sur l'avis de l'ingénieur des mines, approuvera ou modifiera les propositions des concession-

naires, lesquels seront tenus de les exécuter de la manière qu'elles auront été approuvées ou modifiées, sauf le recours desdits concessionnaires au Ministre de l'intérieur.

Art. IX. Les concessionnaires ne pourront établir des usines pour le traitement de leurs minérais d'alun qu'après en avoir obtenu la permission du Gouvernement, conformément à ce que prescrit la section 4 du titre 7 de la loi du 21 avril 1810.

Verrerie de l'Escure.

Ordonnance du 6 décembre 1827, portant que le sieur Hébert *est autorisé à tenir en activité, au hameau de l'Escure, dans la commune d'Amfreville-La-Mi-Voye* (Seine-Inférieure), *une verrerie destinée à la fabrication du verre à vitres; que cette usine est et demeure composée d'un four de fusion contenant huit creusets, alimenté à la houille, conformément à la déclaration du sieur* Hébert, *du 28 mars 1827, de quatre fours à recuire et de quatre fours d'étendage.*

Forge de Cabre.

Ordonnance du 12 décembre 1827, portant que le sieur Victor Vergnies Bouischéres *est autorisé à ajouter à sa forge de Cabre, commune de Vicdessos* (Ariége), *un second foyer catalan, conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance.*

Usine à fer de Labarde.

Ordonnance du 12 décembre 1827, portant que le sieur Ronchaud *est autorisé à tenir et conserver en activité l'usine à fer de Labarde, située dans la commune de Sainte-Marie-de-Frugie* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, dont l'eau motrice est fournie par la Limouze, est et demeure fixée, ainsi qu'il suit, savoir: un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer, allant au charbon de bois; deux affineries pour la*

conversion de la fonte en fer, allant également au charbon de bois; un bocard à crasses et un laminoir; le tout conformément au plan joint à la présente ordonnance.

Usine à fer de Baillot.

ORDONNANCE du 12 décembre 1827, portant que le sieur Forien Desplaces, *ou ses représentans, sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine à fer de Baillot dans la commune de Savignac de Nontron* (Dordogne), *et que cette usine, alimentée au charbon de bois, demeurera composée de deux feux d'affinerie et d'une poêlerie, conformément au plan joint à la présente ordonnance.*

Mine de houille de Doyet.

ORDONNANCE du 19 décembre 1827, portant concession d'une mine de houille située dans la commune de Doyet (Allier).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Il est fait concession au sieur de Courtais d'une mine de houille située dans la commune de Doyet, département de l'Allier.

ART. II. Cette concession est et demeure limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit; savoir,

Au nord, par la portion du chemin de Doyet à La Presle, comprise entre les chemins de l'Étang-Rebut au Paloy et de Mont-Vicq à Denieulle;

A l'est, par la portion de ce dernier chemin, comprise entre La Presle et la grande route de Limoges à Moulins;

Au midi, par la portion de ladite grande route, comprise entre les chemins de Mont-Vicq à Deneuille et de l'Etang-Rebut au Paloy;

Enfin à l'ouest, par la portion de ce dernier chemin,

comprise entre la grande route de Limoges à Moulins, et le chemin de Doyet à La Presle.

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle d'un kilomètre carré soixante-cinq hectares.

Art. III. En exécution des articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire paiera aux propriétaires des terrains compris dans l'étendue de la concession une rente annuelle de quarante centimes par hectare.

Cahier de charges pour la concession des mines de houille de Doyet.

Art. Ier. Aussitôt la concession obtenue, le concessionnaire sera tenu d'ouvrir deux puits de recherches, à une distance de deux cent cinquante mètres au moins l'un de l'autre, le premier dans le bois des Charbonnières, où les anciennes recherches et les derniers sondages ont été faits, vers les points C et B du plan; le second à l'est du ruisseau de la Souche, sur l'inclinaison de la veine.

Art. II. Il sera établi une galerie de communication d'un puits à l'autre, en suivant la pente et dans la couche même. Cette galerie servira de moyen de reconnaissance, en même temps que de voie d'airage et de communication pour la sûreté des ouvriers.

Art. III. Dans le cas où l'on aurait à craindre que, par suite des différens travaux qui pourront être exécutés, les eaux du ruisseau de la Souche ne vinssent à s'infiltrer dans l'intérieur, le concessionnaire sera tenu de l'encaisser dans un lit de glaise, de manière à ne permettre aucune infiltration. Il muraillera solidement les galeries et travaux souterrains dans la partie correspondante, si le peu de profondeur de la couche ou la nature du toit pouvait faire craindre des affaissemens dans cette partie du terrain.

Art. IV. Du fond de chaque puits, il sera poussé deux galeries d'alongement sur la direction de la veine, pour la reconnaître dans ce sens et aussi loin que l'airage le permettra. Ces galeries seront doubles de chaque côté du puits et menées parallèlement, afin de pouvoir être mises facilement en communication quand le besoin d'air l'exigera.

Il sera poussé aussi une double descenderie sur la pente de la veine, au fond du deuxième puits, si toutefois l'affluence des eaux ne s'oppose pas à ce que ce dernier travail s'exécute avec économie.

Art. V. Dans le cas où des travaux d'exploitation auraient lieu sur les mêmes couches dans la concession du Doyet et dans une concession voisine, le préfet du département pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, qu'un massif de houille soit réservé intact sur chaque couche, près de la limite commune aux deux concessions, pour éviter que les exploitations soient mises en communication d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre.

L'épaisseur des massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet, qui en ordonnera la réserve. Cette épaisseur sera toujours prise par moitié sur chacune des deux concessions; les massifs ne pourront être entamés ou traversés par un ouvrage quelconque que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés, et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura pris un arrêté pour autoriser cet ouvrage, et prescrit le mode suivant lequel il pourra être exécuté.

Il en sera de même pour le cas où, l'utilité des massifs ayant cessé, un arrêté du préfet pourra autoriser chaque concessionnaire à exploiter la portion qui lui appartient.

Art. VI. Dans le cas où il serait reconnu nécessaire à l'exploitation de l'une ou de l'autre mine des concessions limitrophes de se mettre en communication pour l'airage avec les travaux de la concession voisine, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution des ouvrages destinés à établir cette communication d'une manière convenable. Ces ouvrages seront ordonnés par le préfet sur le rapport des ingénieurs, les concessionnaires ayant été entendus. Dans ce cas, il pourra y avoir lieu à indemnité d'une mine en faveur de l'autre, et le réglement s'en fera par experts, d'une manière analogue à ce qui est ordonné par l'article 45 de la loi du 21 avril 1810, pour les travaux servant à l'évacuation des eaux.

Art. VII. Le concessionnaire sera tenu de placer, à l'orifice des puits, des machines d'épuisement et d'extraction de force suffisante pour assécher les travaux de la mine, et pour pourvoir aux besoins de la consommation.

Les machines d'extraction devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

Art. VIII. Le concessionnaire sera tenu de se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'administration, pour prévenir les dangers résultant de la présence du gaz hydrogène et de son explosion dans les mines, et de supporter les charges qui pourront à cet effet lui être imposées.

Art. IX. La houille menue et les matières susceptibles de s'enflammer spontanément dans l'intérieur des mines seront transportées au jour, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, à moins d'une autorisation spéciale du préfet, délivrée sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines.

Art. X. Si dans la suite on vient à reconnaître qu'il est nécessaire d'apporter des modifications au plan de travaux déterminé par les articles précédens, il y sera pourvu par le préfet, sur la demande du concessionnaire ou sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines, et dans tous les cas, après que l'un et l'autre auront été entendus. Il en sera de même lorsque, le champ d'exploitation actuel étant près d'être épuisé, il y aura lieu d'en choisir un nouveau, et de déterminer le mode suivant lequel il sera exploité.

Art. XIX. Il n'est rien préjugé sur la concession des gîtes de minérai de fer carbonaté lithoïde, qui peuvent exister dans l'étendue de la concession des mines de houille de Doyet. La concession de ces gîtes de minérai de fer sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit au concessionnaire des mines de houille, soit à d'autres personnes.

Dans ce dernier cas, le concessionnaire des mines de houille sera tenu de souffrir les travaux qui seront reconnus indispensables pour l'exploitation des minérais de fer, ou même, si cela est nécessaire, le passage dans ses propres travaux; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Usine à fer de Las Caussades.

Ordonnance du 19 décembre 1827, portant autorisation d'établir une usine à ouvrer le fer dans la commune de Foix (Ariège).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Les sieurs Biallé et Compagnie sont autorisés à établir, dans la commune de Foix, département de l'Ariége, au lieu dit Las-Caussades, sur la rivière de l'Ariége, une usine à ouvrer le fer, où il ne pourra être consommé que de la houille.

Art. II. Cette usine se composera, conformément aux deux plans joints à la présente :

1°. De cinq paires de cylindres, tant étireurs que découpeurs;

2°. De deux fourneaux à réverbère, pour le chauffage des barres;

3°. D'une chaufferie et d'un martinet pour les réparations des outils, machines, etc.

Art. III. Deux paires de cylindres, un des fourneaux à réverbère, ainsi que le martinet, devront être construits dans le délai d'un an, à partir de la notification de la présente ordonnance, et le reste de l'usine dans cinq ans.

Gîtes de minérais de fer de Beaubrun et Montsalson.

Ordonnance du 19 décembre 1827, portant concession de gîtes de minérais de fer, dit fer carbonaté lithoïde, *dans le territoire houiller de Saint-Étienne* (Loire).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait à la Compagnie des mines de fer de Saint-Étienne, sous le nom de concession des mines de fer de Beaubrun et Montsalson,

Concession des gîtes de minérais de fer dits *fer carbonaté lithoïde*, connexes ou non connexes avec la houille,

qui sont compris dans l'étendue du périmètre n°. 4 du territoire houiller de Saint-Étienne, département de la Loire.

Cette concession est limitée ainsi qu'il suit :

A l'est, à partir du milieu de la voûte du pont de Valbenoîte sur le Furens, le cours de cette rivière jusqu'au point où son axe est coupé par le prolongement d'une ligne droite, passant par l'obélisque de la place royale d'armes de Saint-Étienne et le centre de la place Roannelle.

Au nord, de ce point sur le Furens, la ligne droite tirée de l'obélisque de la place royale d'armes de Saint-Étienne au centre de la place Roannelle; du centre de cette dernière place, d'abord la rue Tarentaise ou des Capucins, puis l'ancienne grande route de Saint-Étienne à Saint-Rambert, jusqu'au coin (à l'angle *nord*) du clos du sieur Corompt, chapelier, et de ce dernier angle une ligne droite tirée à l'angle ouest de la Grangette, à Dourdel.

A l'ouest, de cet angle, deux lignes droites passant successivement par l'angle ouest de la Pomarèze et le Creil-Pomat; puis, du Creil-Pomat, une ligne droite dirigée vers le centre du hameau de la Grande-Penatelle, mais terminée à son intersection avec le prolongement d'une autre ligne droite tirée du milieu de la voûte du pont de Valbenoîte sur le Furens, au point où commence l'axe du chemin de service qui tend de la Chaumassière au Deveis.

Au sud, de cette intersection marchant vers l'*est,* la dernière ligne droite décrite, jusqu'au milieu de la voûte du pont de Valbenoîte sur le Furens, point de départ.

L'étendue en surface de la concession ci-dessus déterminée est de cinq kilomètres carrés soixante-neuf hectares, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance.

Art. II. Le concessionnaire paiera à l'État les redevances fixe et proportionnelle établies par les articles 33 et 34 de la loi du 21 avril 1810 et par le décret du 6 mai 1811.

Art. III. Le concessionnaire paiera aux propriétaires de la surface les indemnités voulues par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux dégâts et non-jouissance de terrains occasionés par les exploitations.

Art. IV. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les art. 6 et 70 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines de fer concédées, est réglé à une rede-

vance en argent proportionnelle aux produits de l'extraction, laquelle sera payée, par le concessionnaire, aux propriétaires des terrains sous lesquels il exploitera.

Cette redevance est et demeure fixée à *dix centimes par quintal métrique de minérai de fer* extrait au jour, trié et non grillé, quelles que soient la profondeur de l'exploitation, la méthode de l'exploitation et l'épaisseur des couches métallifères. Cette disposition sera applicable lorsqu'il n'existera pas de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface. S'il existe de semblables conventions, elles seront exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas contraires aux règles qui seront prescrites, en vertu de l'acte de concession, pour la conduite des travaux souterrains et dans les vues d'une bonne exploitation; dans le cas opposé, elles ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité.

Art. V. Cette redevance sera payée par le concessionnaire avant l'enlèvement des minérais, et dans tous les cas, pour les minérais qui ne seraient pas encore enlevés, dans le délai d'un an, à partir de l'extraction.

Art. VI. Aussitôt que le concessionnaire portera les travaux d'extraction sur une nouvelle propriété superficielle, il sera tenu d'en informer le propriétaire, lequel pourra placer, à ses frais, sur la mine, un préposé, à l'effet de le représenter dans le réglement contradictoire de ses intérêts, tels qu'ils sont déterminés par les deux articles précédens.

Art. VII. Tant que l'usine de *Janon* sera en activité, le concessionnaire ne pourra livrer du minérai au commerce, avant d'avoir fourni à cette usine la quantité de minérai nécessaire à son exploitation, au prix qui sera réglé par l'Administration, conformément à l'article 70 de la loi du 21 avril 1810.

Art. VIII. Le concessionnaire se conformera aux instructions qui lui seront données par l'Administration et par les ingénieurs des mines du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance de ces mines pourront donner lieu, ainsi qu'aux conditions spéciales ci-après :

1°. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de l'ordonnance de concession, il sera posé des bornes

sur tous les points servant de limites à la concession où cette mesure sera reconnue nécessaire.

L'opération aura lieu aux frais du concessionnaire, à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur en chef des mines, qui en dressera procès-verbal.

2°. Le concessionnaire maintiendra en activité les exploitations existantes dans l'étendue de sa concession, tant qu'elles pourront être poursuivies sans perte pour l'exploitant.

3°. Dans les quatre mois qui suivront la notification de la présente ordonnance, le concessionnaire adressera au préfet du département les plans et coupes des exploitations existantes, dressés sur l'échelle d'un millimètre par mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés de profils, et du tracé circonstancié des travaux que le concessionnaire se proposera d'exécuter, comme développement des travaux existans lors de sa prise de possession; il y joindra un mémoire explicatif.

4°. Chaque année, au mois de janvier, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ces plans, dressés sur la même échelle que celle qui a été désignée au n°. 3 ci-dessus, seront vérifiés, s'il y a lieu, par les ingénieurs des mines.

5°. Sur la projection horizontale des plans fournis en vertu des deux articles précédens, le concessionnaire tracera les limites des propriétés territoriales de la surface du sol.

6°. Il ne pourra être procédé à l'ouverture d'un nouveau puits vertical ou incliné (fendue), ou d'une nouvelle galerie partant du jour, pour être mise en communication avec des travaux existans, ou à la reprise d'aucun ancien puits, pour le même objet, sans que le concessionnaire en ait fait la déclaration au préfet six semaines au moins à l'avance.

7°. Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un nouveau champ d'exploitation, soit à l'aide de puits ou galeries à pratiquer un jour, soit à l'aide d'anciennes ouvertures d'exploitations de houille ou de fer, ou lorsqu'il voudra entrer dans un ancien champ d'exploitation de houille déjà abandonné, il en fera la déclaration au préfet, trois mois au moins à l'avance.

Cette déclaration sera accompagnée de la désignation des propriétés territoriales que le nouveau champ d'exploitation devra embrasser, et du tracé des travaux que le concessionnaire se proposera d'exécuter, accompagné d'un mémoire explicatif.

Un extrait de la déclaration, rédigé par l'ingénieur, sera affiché, pendant un mois, à la porte de chacune des mairies que renferme le périmètre de la concession.

8°. La déclaration faite par le concessionnaire, en exécution des deux articles précédens, sera sur-le-champ notifiée, à ses frais et à la diligence du préfet, au concessionnaire des mines de houille, qui sera mis en demeure de fournir ses dires et observations dans le délai d'un mois.

9°. Dans le cas où des circonstances impérieuses obligeraient à apporter quelques changemens aux plans généraux d'exploitation, le concessionnaire sera tenu d'en faire immédiatement la déclaration au préfet du département.

10°. Dans les divers cas déterminés par les nos. 3, 6, 7 et 9 ci-dessus, et à l'expiration des délais qu'ils ont fixés, le préfet, sur les observations qui pourraient lui avoir été adressées par le concessionnaire des mines de houille, et sur le rapport des ingénieurs qui constateraient dans le projet de travaux des vices susceptibles de compromettre la sûreté ou la conservation, soit de la mine concédée, soit de la concession de houille, soit d'autres concessions voisines, ou bien encore de nuire à la bonne exploitation de la houille, pourra modifier, suspendre ou interdire l'exécution de tout ou partie des ouvrages projetés, sauf à en rendre compte immédiatement à notre ministre de l'intérieur. Dans le cas contraire, il approuvera les projets des travaux et en autorisera l'exécution.

11°. Dans le cas où il serait constaté, par procès-verbal de l'ingénieur, que le concessionnaire ne suit pas le plan d'exploitation conforme à sa déclaration ou aux modifications adoptées par le préfet, il y aurait lieu à soumettre les travaux à une surveillance spéciale. A cet effet, un garde-mine ou tout autre préposé, commis aux frais du concessionnaire par le préfet, serait chargé de lui rendre compte journellement de l'état des travaux, et de lui proposer telle mesure qui serait jugée nécessaire.

Le même moyen de surveillance pourra être ordonné par le préfet, en cas d'inexécution, de la part du conces-

sionnaire, des obligations qui lui sont imposées par les nos. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 10 ci-dessus; le tout sans préjudice de l'action que le concessionnaire des mines de houille pourrait exercer, dans son intérêt privé, contre le concessionnaire des mines de fer, si le premier croyait pouvoir reprocher à celui-ci de ne pas s'être conformé au plan de travaux déclaré par lui ou modifié par le préfet.

12°. Les frais relatifs aux visites des lieux, à la surveillance spéciale et aux levées de plans qui pourront être ordonnées d'office par le préfet pour l'exécution des articles précédens, seront réglés administrativement, et le recouvrement en sera poursuivi comme il est prescrit en matière de grande voirie. En cas de contestation, il sera statué en conseil de préfecture.

13°. En cas de contestation entre les concessionnaires, sur le fait de connexité ou de non-connexité du minérai de fer avec la houille, il y sera statué par le préfet sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties entendues, sauf recours à notre ministre de l'intérieur.

14°. Une fois que le fait de connexité aura été déclaré, soit par les parties, d'un commun accord, soit par le préfet, celui-ci déclarera s'il y a lieu ou non à l'exploitation immédiate. Dans le cas de l'affirmative, l'exploitation ne pourra être faite que par un seul et même système de travaux, qui soit commun à l'exploitation des deux substances; le tout ainsi qu'il est réglé par les articles suivans.

15°. Lorsque les travaux d'une mine de fer rencontreront une couche de houille non exploitée, le concessionnaire des mines de fer devra en faire la déclaration au préfet, lequel, si la connexité des deux substances est reconnue, mettra le concessionnaire de la houille en demeure de déclarer, dans le délai d'un mois, s'il entend exploiter, dans cette localité, la houille et le fer. Dans ce cas, il sera mis en possession des travaux, à la charge d'exploiter la houille et le fer d'une manière conforme à ce qui est prescrit pour la houille seulement par les clauses de son acte de concession, et à la charge de délivrer le minérai, au concessionnaire des mines de fer, au prix d'extraction, prix qui sera réglé à l'amiable ou à dire d'experts, et payé valeur au comptant.

16°. Si le concessionnaire des mines de houille déclare qu'il ne veut pas exploiter la houille et le minérai de fer,

ou si, le délai étant expiré, il n'a présenté aucune observation, le concessionnaire des mines de fer pourra être chargé d'exploiter le minérai et la houille, conformément aux dispositions des nos. 7 à 13 ci-dessus, et sous la condition de livrer la houille qu'il extraira au concessionnaire de la houille au prix d'extraction, qui sera réglé à l'amiable ou à dire d'experts, et payé comptant. Dans aucun cas, ce prix ne pourra s'élever au dessus de la valeur réelle de la houille, déterminée d'après sa qualité, de gré à gré ou à dire d'experts, ni excéder le prix d'extraction dans les mines de houille de la concession. Si le concessionnaire des mines de houille refuse de recevoir cette houille au prix déterminé, ainsi qu'il vient d'être dit, le concessionnaire des mines de fer pourra en disposer comme de chose à lui appartenant, en payant, pour cet objet, aux propriétaires de la surface une redevance conforme au tarif établi par l'acte de concession de la houille.

17°. Si les gîtes de minérai de fer sont en connexité avec une couche de houille faisant partie d'un champ d'exploitation en activité, le concessionnaire du fer ne pourra pénétrer dans les travaux sans le consentement du concessionnaire de la houille; mais il pourra, en vertu de l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, exercer une action contre celui-ci devant le préfet, à l'effet d'obliger le concessionnaire de la houille à exploiter le minérai, et à le lui livrer au prix d'extraction réglé et soldé ainsi qu'il est dit ci-dessus.

18°. Si, dans un des cas prévus par les nos. 15, 16 et 17 précédens, le concessionnaire des mines de houille prétend que l'exploitation immédiate du minérai de fer pourrait être préjudiciable à l'aménagement de sa concession ou à la bonne exploitation de la houille, le préfet, après avoir entendu les deux concessionnaires, et sur le rapport de l'ingénieur des mines, ordonnera soit que l'exploitation de l'une et l'autre substance ait lieu conformément à ce qui est prescrit par lesdits articles, soit que l'exploitation du minérai de fer soit suspendue ou ajournée jusqu'après l'exploitation de la houille.

19°. Si, pour l'exploitation du minérai de fer en connexité avec la houille, le concessionnaire a besoin de se servir d'anciens travaux de mines de houille, il y aura lieu à l'application des nos. 7, 8, 9 et 10 ci-dessus, et en outre

le concessionnaire de la houille sera mis en demeure de reprendre ses travaux et d'exploiter la houille et le fer, ou de laisser exploiter l'un et l'autre par le concessionnaire du minérai de fer, ainsi qu'il est prescrit par les nos. 14 à 17.

20°. Si, par l'effet du voisinage, les travaux de la mine de fer occasionent des dommages quelconques aux travaux de la mine de houille, il y aura lieu à indemnité d'un concessionnaire en faveur de l'autre. Le réglement s'en fera par experts, conformément à ce qui est prescrit par l'article 45 de la loi du 21 avril 1810, sans préjudice des autres cas prévus par ledit article. Cette obligation sera réciproque, de la part du concessionnaire des mines de houille en faveur du concessionnaire des mines de fer.

21°. Lorsque le concessionnaire du minérai de fer fera usage des voies souterraines ou autres moyens d'exploitation appartenant aux concessionnaires des mines de houille, il paiera à ce dernier concessionnaire des indemnités, dont le réglement se fera par experts, conformément à ce qui est prescrit par les articles 45 et 56, et par le titre 9 de la loi du 21 avril 1810. Cette obligation serait réciproque, dans le cas où le concessionnaire des mines de houille se servirait de travaux appartenant au concessionnaire des mines de fer.

22°. Dans le cas où le Gouvernement reconnaîtrait nécessaire à la sûreté ou à la prospérité des exploitations de faire exécuter des travaux d'art souterrains ou extérieurs, communs à plusieurs exploitations de minérai de fer ou de houille, tels que voies d'airage, galeries d'écoulement, grands moyens d'épuisement des eaux, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux dans l'étendue de sa concession.

23°. Il sera pourvu à l'établissement des travaux ci-dessus désignés par un réglement d'administration publique, après que les parties auront été entendues.

Ce réglement déterminera la proportion dans laquelle chaque concessionnaire intéressé devra en supporter la dépense, et le recouvrement de la part attribuée à chacun aura lieu, comme en matière de contributions directes, conformément aux règles prescrites par la loi du 4 mai 1803 (14 floréal an XI).

24°. La conservation des travaux mentionnés au n°. 23

sera placée sous la surveillance des ingénieurs des mines du département, qui devront rédiger et présenter au préfet les devis des dépenses d'entretien jugées nécessaires. Ces dépenses seront réparties entre les concessionnaires intéressés, par un arrêté du préfet, et le montant en sera recouvré comme celui des frais de premier établissement.

25°. Dans le cas où des travaux d'exploitation auraient lieu sur les mêmes couches dans deux concessions contiguës, le préfet du département pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, qu'un massif de houille ou de minérai de fer soit réservé intact sur chaque couche, près de la limite commune aux deux concessions, pour éviter que les exploitations soient mises en communication d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre.

L'épaisseur des massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet, qui en ordonnera la réserve. Cette épaisseur sera toujours prise par moitié sur chacune des deux concessions.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque, que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés, et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura pris un arrêté pour autoriser cet ouvrage, et prescrit le mode suivant lequel il sera exécuté. Il en sera de même pour le cas où, l'utilité des massifs ayant cessé, un arrêté du préfet pourra autoriser chaque concessionnaire à exploiter la portion qui lui appartiendra.

26°. La houille menue et les matières susceptibles de s'enflammer spontanément dans l'intérieur des mines seront transportées au jour, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, à moins d'une autorisation spéciale du préfet, délivrée sur le rapport des ingénieurs des mines.

27°. Le concessionnaire sera tenu de se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'Administration, pour prévenir les dangers résultant de la présence du gaz hydrogène et de son explosion dans les mines, et de supporter les charges qui pourront à cet effet lui être imposées.

28°. Les machines d'extraction, placées à l'orifice des puits verticaux ou inclinés, devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

29°. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, et indépendamment du plan des travaux souterrains, le concessionnaire tiendra constamment en

ordre, sur chaque exploitation : 1°. un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances extraordinaires de l'exploitation ; 2°. un registre indiquant le nom des propriétaires sous les terrains desquels il exploite ; 3°. un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux extérieurs et intérieurs ; 4°. un registre d'extraction et de vente. Il communiquera ces registres aux ingénieurs des mines, lors de leurs tournées. Il transmettra en outre au préfet, tous les ans, et au directeur général des ponts et chaussées et des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié des ouvriers employés, et celui de la quantité de minérai de fer extraite dans l'espace de temps qui lui sera indiqué.

30°. En exécution de l'article 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ou ses ayans cause ne pourront confier la direction de leurs exploitations, qu'à un individu qui justifiera de la capacité nécessaire pour bien conduire les travaux.

La présente concession devant être exploitée par une Société en nom collectif, la Société est tenue de désigner, par une déclaration authentique faite au secrétariat de la préfecture, celui de ses membres ou toute autre personne qu'elle aura pourvue de pouvoirs nécessaires pour correspondre, en son nom, avec l'Autorité administrative, et en général pour la représenter vis à vis de l'Administration, tant en demandant qu'en défendant.

31°. Le concessionnaire procurera un libre accès, dans ses mines, aux élèves externes de l'École royale des Mines de Paris, qui seraient envoyés en mission ou en voyage d'instruction par le directeur général des ponts et chaussées et des mines. Il sera tenu de procurer aussi, tous les deux ans, un libre accès dans chacune de ses exploitations à cinq élèves de l'École royale des mineurs de St.-Étienne, pendant une semaine, sur l'invitation qui lui en sera faite par le directeur de cette École. Ce temps de visite des élèves pourra être employé à des levées de plans souterrains, à des dessins de machines, ou à des travaux manuels dans la mine, tels que l'entaille du minérai de fer ou de la roche, le boisage, etc.

32°. Le concessionnaire ne pourra abandonner tout ou partie notable des ouvrages souterrains pratiqués dans l'étendue d'un champ d'exploitation, qu'il n'ait rempli les

dispositions prescrites par les articles 8 et 9 du réglement sur les mines, du 3 janvier 1813, et que sa déclaration n'ait été notifiée au concessionnaire de la houille, et publiée et affichée conformément aux nos. 7 et 8 ci-dessus. Il sera tenu de notifier aux propriétaires intéressés et au concessionnaire de la houille l'autorisation du préfet, dans les huit jours qui suivront son obtention.

33°. En cas d'abandon des mines ou de renonciation à la concession, il en préviendra le préfet par pétition régulière, au moins six mois à l'avance, pour qu'il puisse être pris les mesures convenables, soit pour sauver les droits des tiers par la publication qui sera faite de la pétition, soit pour la reconnaissance complète, la conservation, ou, s'il y a lieu, l'abandon définitif des travaux.

34°. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'administration des mines, en exécution des articles 47, 49 et 50 de la loi du 21 avril 1810, et du titre II du réglement du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise d'une manière quelconque par le concessionnaire, soit à seul individu, soit à une Société. Le cas échéant, le titulaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par l'acte de concession.

35°. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause légitime, le préfet assignera au concessionnaire un délai de rigueur, qui ne pourra excéder six mois; et faute par le concessionnaire de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre ministre secrétaire d'état de l'intérieur, qui nous proposera, s'il y a lieu, dans la forme des réglemens d'administration publique, la révocation de la présente concession, sous toutes réserves des droits des tiers.

36°. Le concessionnaire se conformera d'ailleurs aux lois, ordonnances et réglemens intervenus ou à intervenir sur le fait des mines, et particulièrement aux dispositions des articles 15, 16, 22 et 25 du décret du 3 janvier 1813.

Art. IX. La présente ordonnance sera publiée et affichée aux frais du concessionnaire, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. X. Nos ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée, par extrait, au *Bulletin des lois*.

Ordonnance du 19 décembre 1827, portant que le sieur Pichon-Dugravier, *ou ses ayans cause, sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite* du Gravier, *sise en la commune de Jumilhac-le-Grand* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, alimentée par la rivière de l'Isle, est et demeure fixée, ainsi qu'il suit, savoir : 1°. un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer, alimenté par le charbon de bois; 2°. deux affineries pour la conversion de la fonte en fer, également au charbon de bois; 3°. un bocard à crasses; le tout conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance.* **Usine à fer du Gravier.**

Ordonnance du 23 décembre 1827, portant qu'il est fait au sieur Ricqbour, *propriétaire des mines de fer et de cuivre de Baigorry* (Basses-Pyrénées), *remise de sa redevance proportionnelle pendant cinq années, à partir du 1er. janvier 1827.* **Mines de fer et de cuivre de Baigorry.**

Ordonnance du 26 décembre 1827, portant que le sieur Pilté Grenet, *ou ses ayans droit, sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine de Mavaleix, commune de Chaleix, arrondissement de Nontron* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, dont l'eau motrice est fournie par la Valouse, est et demeure fixée ainsi qu'il suit, savoir : 1°. un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer, au charbon de bois; 2°. deux affineries* **Usine à fer de Mavaleix.**

pour la conversion de la fonte en fer, également au charbon de bois; 3°. un feu de martinet; 4°. une poêlerie; 5°. deux lavoirs; le tout conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance.

Verrerie de Copsus et de la Mothe.

ORDONNANCE du 26 décembre 1827, portant que le sieur Olivié, *fils aîné, est autorisé à établir dans la commune de Biganos* (Gironde), *au quartier de Copsus et de la Mothe, une verrerie à verre blanc et à verre vert, qui sera alimentée par le bois; que cette usine sera composée, suivant la déclaration du demandeur, d'un four de fusion et de quatre fours de recuisson, et que le four de fusion contiendra huit creusets de trente-quatre pouces d'élévation et de vingt-six pouces de diamètre.*

Usine à fer de Forge-Basse.

ORDONNANCE du 26 décembre 1827, portant que le sieur François Boyer Lajante, *au nom et comme subrogé-tuteur du sieur* Jean Mazière, *ou les ayans droit de ce dernier, sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite* Forge-Basse, *située dans la commune de Savignac de Nontron* (Dordogne), *et que cette usine demeurera composée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, de deux feux d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer, alimentés au charbon de bois.*

Usine à fer de Graffanaud.

ORDONNANCE du 26 décembre 1827, portant que la dame Lavaure-de-Graffanaud, *née* Filhoud-Lavergne, *est autorisée à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite de* Graffanaud, *com-*

mune de Saint-Paul-la-Roche (Dordogne), *laquelle usine se compose, conformément aux deux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, de deux feux d'affinerie, alimentés au charbon de bois.*

Ordonnance du 26 décembre 1827, portant que la dame veuve Divernois *est autorisée à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite de* Brouilland, *située dans la commune de Savignac de Nontron* (Dordogne), *et que cette usine, alimentée au charbon de bois, demeurera composée de deux feux d'affinerie, conformément au plan joint à la présente ordonnance.* Usine à fer de Brouilland.

Ordonnance du 26 décembre 1827, portant que le sieur George de Bregeas *est autorisé à conserver et tenir en activité la forge de Begès, qu'il possède en la commune de Laroche-L'Abeille, arrondissement de Saint-Yrieix* (Haute-Vienne), *et que cette usine sera composée de deux feux d'affinerie, conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance.* Usine à fer de Begès.

Ordonnance du 26 décembre 1827, portant que le duc Decazes *est autorisé à établir à la Forezie, commune de Firmy* (Aveyron), *quatre hauts-fourneaux propres à fondre le minérai de fer à l'aide du coke; le tout conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance.* Hauts-fourneaux de la Forezie.

Usine à fer de Lamandau.

ORDONNANCE du 3 *janvier* 1828, *portant que le sieur* Duroux aîné *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine en fer Lamandau, située en la commune de Savignac-de-Nontron* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, qui est alimentée par les eaux du Bandiat, est et demeure fixée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, à deux feux d'affinerie, pour la conversion de la fonte en fer allant au charbon de bois.*

Lavoir à bras de Montbleuse.

ORDONNANCE du 3 *janvier* 1828, *portant que le sieur* Garand (Nicolas) *est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, un lavoir à bras, sur sa propriété, sise à Montbleuse, commune d'Etrelle* (Haute-Saône).

Usine à fer de Saint-Cernin.

ORDONNANCE du 9 *janvier* 1828, *portant que le sieur* Festagière *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite* Forge neuve, *située dans la commune de Saint-Cernin-de-Reillac* (Dordogne), *et que cette usine, alimentée par les eaux de Reillac, sera composée, conformément aux trois plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, d'un haut-fourneau allant au charbon de bois, pour la fonte du minérai, d'un bocard à crasse et d'un lavoir.*

SUR LA CONSTANCE DES FAITS GÉOGNOSTIQUES QUI ACCOMPAGNENT LE GISEMENT DU TERRAIN D'ARKOSE, A L'EST DU PLATEAU CENTRAL DE LA FRANCE;

Par M. DE BONNARD,
Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

Mémoire lu, en extrait, à l'Académie des Sciences, le 4 juin 1827 (1).

Depuis la publication de ma *Notice sur la Géognosie de la Bourgogne* (2), j'ai cherché à compléter, ou rectifier, ou perfectionner mon travail. Les renseignemens que j'ai recueillis à cet effet, et les observations nouvelles que j'ai faites moi-même, me permettent aujourd'hui d'annoncer comme confirmés la plupart des faits que je n'avais exposés qu'avec doute.

Des explorations géologiques, qu'on a rarement occasion de faire d'une manière aussi certaine et sur une aussi grande échelle, les percées souterraines des canaux de Bourgogne et de Nivernais, ont mis à découvert, sur les deux flancs de la chaîne granitique du Morvan, des successions de terrains semblables à celles que j'avais

(1) L'extrait lu à l'Académie a été imprimé dans les *Annales des Sciences naturelles* de 1827; mais le Mémoire, tel qu'il est publié aujourd'hui, renferme les résultats d'un assez grand nombre d'observations faites par l'auteur, dans des voyages postérieurs à cette lecture.

(2) *Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne. Annales des Mines*, t. X (1825), p. 193 et 427.

conclues de mes premières recherches. Les observations de plusieurs de MM. les ingénieurs des mines leur ont fait reconnaître la même série de couches, dans des localités assez éloignées de celles que j'avais pu étudier. J'ai vérifié plusieurs de ces nouveaux documens. J'ai suivi les formations que j'avais observées dans le nord de la Bourgogne, d'un côté, jusqu'aux environs de Lyon, de l'autre, jusqu'à Langres; je les ai aussi retrouvées dans le Nivernais.

Il me paraît résulter de l'ensemble de ces nouvelles données que, comme je l'avais indiqué à la fin de mon premier Mémoire, le terrain que j'ai décrit sous le nom de *Terrain d'arkose*, qu'on pourrait regarder comme une sorte d'anomalie, ou d'exception aux lois générales de la géognosie, en raison des singularités que présentent soit les circonstances de sa superposition au granite, avec apparence de passage insensible, soit celles de son gisement en général, comme seul entre le granite et les terrains secondaires supérieurs, et tenant ainsi la place de toutes les formations dites *de transition*, et *secondaires anciennes;* que le terrain d'arkose, dis-je, se présente lui-même avec une sorte de généralité (au moins sur le flanc est du groupe primordial central de la France), dans les localités où le granite est en contact avec les terrains jurassiques. Il en résulte aussi la preuve d'une constance remarquable dans la série des terrains dont l'arkose est le premier terme, et dans l'ensemble des circonstances géognostiques que présente cette série.

Les observations qui m'ont semblé pouvoir conduire à cette double conclusion vont être exposées successivement pour chaque terrain, et

dans l'ordre de superposition de ces terrains, tel que je l'ai indiqué dans ma *Notice géognostique sur la Bourgogne*. Je traiterai donc 1°. des arkoses; 2°. des marnes et lumachelle; 3°. du calcaire à gryphées; 4°. de la seconde formation marneuse; 5°. des calcaires blancs. Dans une 6e. section je dirai quelques mots des tertres basaltiques du Drévin.

§ I. TERRAIN D'ARKOSE.

M. Brongniart, après avoir, en 1813, proposé de réserver le nom de *Grès* aux roches arénacées uniquement ou essentiellement composées de grains de quartz, et de donner le nom de *Psammite* aux roches arénacées dans lesquelles les grains de quartz sont réunis par un ciment de nature différente, a subdivisé en 1823 les *psammites* en trois espèces, à l'une desquelles il a donné le nom d'*Arkose* (1), en définissant l'arkose comme *composée essentiellement de gros grains de quartz et de feldspath, inégalement mélangés*. **Ce que je désigne sous le nom d'*Arkose*.**

J'ai appliqué en 1824 le nom d'*Arkose* aux roches singulières qui, aux environs d'Avallon et dans d'autres parties de la Bourgogne, recouvrent immédiatement le granite, avec lequel elles présentent de remarquables apparences de passage insensible, roches qui comprennent en effet quelques-unes des arkoses de M. Brongniart, mais qui comprennent aussi, comme je l'ai fait observer alors, d'autres espèces de roches du même auteur, entre autres des *mimophyres*, des *quarzites*, etc. J'ai donc pris un nom minéralogique dans un sens

(1) V. *Dictionnaire des Sciences naturelles*, articles Macigno et Psammite.

géognostique : j'ai donné un nom de *roche* à un *terrain* formé de diverses sortes de roches. De plus, frappé de l'apparence cristalline de ces roches et des phénomènes particuliers qu'elles présentent, je ne me suis plus servi du nom d'*arkose* pour désigner celles qui, dans une position géognostique semblable, se montrent avec une structure évidemment arénacée; je les ai alors désignées sous le nom de *psammite*, et il en est résulté quelque discordance entre mes dénominations et celles qui ont été employées depuis par M. Brongniart dans son intéressant travail sur l'arkose (1). Je ferai cesser cette discordance autant qu'il dépend de moi, en appliquant le nom à toutes les variétés de roches désignées sous ce nom par M. Brongniart, c'est-à-dire aux *arkoses* et aux *psammites* de mon premier mémoire; mais, en considérant les différences notables que présentent, dans leur manière d'être, les arkoses dont la structure paraît cristalline et celles dont la structure est tout-à-fait arénacée, je crois devoir distinguer les unes des autres par un adjectif qui indique cette structure, et exposer séparément les faits relatifs à chacune de ces deux divisions. Je continuerai cependant à désigner par ce même nom le *terrain* dont l'arkose forme la partie principale, afin de ne pas créer, pour ce terrain, un nouveau mot : il en résultera que, quelquefois encore, les *roches* dont je parlerai ne seront pas toutes des *arkoses* dans le sens minéralogique.

Enfin, M. Brongniart ayant employé le mot *arkose* au féminin, je suivrai son exemple, et chan-

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. 8 (1826), p. 113.

gerai l'acception masculine que j'avais adoptée dans mon premier travail.

(*a*) *Arkoses semi-cristallines.*

Les arkoses que je nomme *semi-cristallines* semblent, dans la contrée que j'ai étudiée, appartenir exclusivement à la superposition des terrains jurassiques au granite ou au porphyre. Je n'en ai point reconnu lorsque le terrain primordial est formé de roches feuilletées.

Je ne parlerai de celles des environs d'Avallon, décrites avec détail dans mon premier Mémoire, que, 1°. pour rappeler que leur *texture* est tantôt *grenue*, tantôt *empâtée*, et quelquefois un peu *cellulaire*; 2°. pour signaler la ressemblance que montre assez fréquemment la base ou pâte des *arkoses porphyroïdes* avec certaines meulières des terrains parisiens, ressemblance qui peut induire à penser que le mode de formation de l'une et l'autre roche doit avoir présenté quelques circonstances analogues; 3°. pour dire que j'ai observé encore, près du château des *Pannats*, de nouveaux passages du granite à l'arkose, par la dispersion successive des élémens du granite dans une pâte quartzeuse, brunâtre, dans laquelle se montrent en même temps le spath pesant, le spath fluor et la galène. Cette pâte quartzeuse se modifie elle-même et devient successivement jaspoïde, terreuse, enfin elle passe à une véritable argile molle et humide; de petites couches de roche jaspoïde d'un jaune brunâtre se montrent intercalées dans les couches d'arkose quartzeuse, et le passage, l'un à l'autre, des divers états de cette roche est tellement évident, que souvent un même échantillon, d'apparence homogène, d'un

Environs d'Avallon.

Roche jaspoïde.

côté fait feu avec l'acier et de l'autre se laisse rayer par l'acier ; tandis qu'un peu plus loin la roche est tout-à-fait tendre.

J'ai retrouvé en plusieurs autres localités la même roche jaspoïde, passant peu-à-peu à une argile molle : elle me paraît bien appartenir essentiellement au terrain d'arkose, et cette circonstance me semble donner un nouveau degré de vraisemblance au rapprochement que j'ai fait à ce terrain des argiles jaunes ou brunâtres, dans lesquelles gisent, en rognons épars, une partie des minérais de plomb des Chéronies près de Confolens, département de la Charente (1).

Bords de la Cure.

Sur les bords de la *Cure*, depuis le village du même nom jusqu'à la sortie des montagnes au-dessous de Pierre-Perthuis, j'ai retrouvé des faits entièrement semblables à ceux que j'avais observés sur les bords du Cousin.

La partie supérieure du granite se désagrège et devient *Arène;* de l'arène à l'*arkose granitoïde friable* ou *tendre* le passage est insensible, ou plutôt l'une et l'autre ne sont souvent qu'une même roche, recouverte par une *arkose dure, porphyroïde,* à pâte brune, à fragmens granitiques, qui serait un *mimophyre à pâte quartzeuse* de M. Brongniart, mais qui contient les *barytine, fluor* et *galène* de l'arkose (2). Ces *arkose dure*

---

(1) *Annales des Mines,* t. VIII, 1823, p. 496 ; ou *Bulletin des sciences ,* par la Société philomatique, avril 1823, et *Annales des Mines,* t. X, p. 480.

(2) Dans la *classification des roches ,* insérée en 1827 dans le *Dictionnaire des Sciences naturelles* (article ROCHE), M. Brongniart n'indique point de variété de *mimophyre* ayant une pâte *quartzeuse*. Il n'indique pas non plus, comme

(ou mimophyre) et *arkose tendre* (ou arène) alternent quelquefois en petites couches ou veines ; mais l'arkose dure constitue tous les sommets des escarpemens, et elle forme presque partout une corniche saillante au-dessus de l'arkose tendre, dans laquelle les altérations atmosphériques et la main de l'homme ont creusé un assez grand nombre d'enfoncemens ou de grottes, qu'on a au moins agrandies en exploitant les minérais de plomb disséminés dans la roche. Ces mêmes circonstances ont donné lieu à la formation d'une voûte ou arche, de 25 pieds de largeur et de hauteur, qui est percée dans l'arkose tendre, à travers une arête de rochers perpendiculaire à la vallée, arche dont l'arkose dure forme la partie supérieure, et dont le village de *Pierre-Perthuis* tire probablement son nom.

Les roches primordiales des deux rives de la Cure, à sa sortie du Morvan, s'avancent de plus d'une lieue vers l'ouest dans la contrée calcaire du flanc de la chaîne, et il est assez remarquable que la rivière semble ainsi avoir choisi son lit au mi-

---

parties accidentelles de cette roche, les barytine, fluor en galène, qu'il indique dans l'*arkose.* Ainsi, la roche que je désigne ici comme *arkose dure porphyroïde*, et qui peut être regardée comme un des types principaux de mon *terrain d'arkose,* en même temps qu'elle est une preuve de la justesse de cette observation de M. Brongniart, que souvent le MIMOPHYRE est *géologiquement une modification des* ARKOSES, réunit, même considérée minéralogiquement, des caractères assignés aux deux espèces par le savant auteur de la *Classification minéralogique des roches :* d'où il peut résulter encore quelque confusion, ainsi que je l'ai dit au commencement de ce Mémoire, dans le sens de mes expressions, comparées aux dénominations de M. Brongniart.

lieu du promontoire de roches dures. J'ai signalé, il y a quelques années, pour le cours de la Nahe en Palatinat, un fait du même genre (1), et l'un et l'autre me semblent bien opposés à la théorie du creusement des vallées par les eaux courantes.

Pouilly en Auxois.

M. Lacordaire, ingénieur des ponts et chaussées, dans un puits d'épreuve qu'il a percé à Pouilly en Auxois, à partir du niveau du biez de partage du canal de Bourgogne, a rencontré l'arkose granitoïde immédiatement superposée au granite, auquel elle semble passer par des couches semblables à l'*arène* et au *granite avec substance verte* des environs d'Avallon (2). L'une des couches de cette arkose de Pouilly, presque entièrement quartzeuse, est fissurée horizontalement, ou comme un peu boursouflée; ses fissures renferment beaucoup de pyrites, et elles contiennent aussi de petits cristaux de blende rouge. L'entaille de cette roche a dégagé une assez grande quantité de gaz qui éteignait les lumières et ne troublait pas l'eau de chaux, et que M. Lacordaire croit être du gaz azote. Le même ingénieur a observé, près du village de Thoisy-la-Berchère, dans un vallon affluent de la vallée du Serein, à trois lieues à l'ouest de Pouilly, des rochers d'arkose cristalline, recouverts par l'arkose arénacée et par la série ordinaire des terrains supérieurs.

Environs d'Autun.

J'ai retrouvé aux environs d'Autun l'arkose semi-cristalline, superposée au granite avec tous les caractères de l'arkose d'Avallon, près des hameaux de *Gueunant*, *des Moreaux* et de *Reunchy*,

---

(1) *Notice géognostique sur la partie occidentale du Palatinat. Annales des Mines*, t. VI, 1821, p. 513.

(2) Voyez, Pl. X, la coupe de la montagne de Pouilly.

où elle pénètre en veinules dans le granite qu'elle recouvre, et où elle est aussi associée à une roche jaspoïde jaunâtre, passant à l'argile. Je l'ai observée *aux Ecouchets* près Couches, où M. Brongniart l'a décrite, où elle est pénétrée de veinules d'oxide de chrôme ainsi que le granite inférieur, et où il est impossible de reconnaître où finit ce granite et où commence l'arkose. Je l'ai retrouvée avec tous ses caractères, sur l'indication qu'a bien voulu me donner M. l'ingénieur en chef Puvis, près de Charolles, au château de Collanges et au moulin de Moleron, où elle renferme de la galène en assez grande quantité. De semblables gisemens ont été constatés par M. Puvis dans plusieurs localités du département de Saône-et-Loire, et dans le département du Rhône. Dans les bois de Drée près de La Clayte, M. le marquis de Drée m'a fait observer des arkoses porphyroïdes et granitoïdes variées, qui couronnent le sommet d'un escarpement granitique. Enfin j'ai retrouvé l'arkose cristalline, avec une pâte calcaire, auprès de Châteauneuf, ainsi que je m'y attendais d'après la note publiée par M. Cordier, en 1815 (1), sur des roches singulières de cette localité. Ce dernier gisement présente des particularités assez intéressantes pour mériter quelques détails.

Ecouchets.

Environs de Charolles.

Drée.

Châteauneuf Arkose à pâte calcaire.

Le granite de Châteauneuf, connu par l'admiration que sa beauté inspirait au grand natu-

---

(1) *Mémoire sur les substances minérales dites* en masse, *qui entrent dans la composition des roches volcaniques*. Note de la page 34 (inséré dans le *Journal de Physique*, de 1815). M. Cordier indique cette roche comme exemple de *superposition à jonction confuse* du calcaire au granite.

raliste dont il forme aujourd'hui le mausolée, est en effet d'une beauté remarquable et quelquefois fort semblable au beau granite de Syène. En sortant de la ville, du côté du nord, par une route nouvellement taillée dans le roc, on voit que les parties de ce granite situées près de la surface du sol sont tout-à-fait désagrégées sur une assez grande épaisseur, et constituent une véritable *arène* (ou une arkose granitoïde friable); mais au milieu de cette arène, on observe des masses volumineuses et arrondies de granite dur. A une demi-lieue de Châteauneuf, près du hameau de *Versau*, sur la pente du plateau vers la vallée du *Sornin*, se présentent les roches, dans lesquelles M. Cordier a signalé le mélange du calcaire avec les élémens du granite, roches qui, étant maintenant exploitées pour la route, dans plusieurs petites carrières, peuvent être étudiées avec plus de détails qu'elles ne pouvaient l'être il y a vingt-cinq ans, époque à laquelle MM. de Drée, de Dolomieu et Cordier les ont observées.

Les rochers escarpés de la rive gauche du Sornin sont formés d'un granite à grains fins. L'arkose qui le recouvre immédiatement lui ressemble beaucoup : elle est granitoïde, à grains fins, rouges et blancs, et ne paraît pas renfermer de calcaire. Dans la couche qui recouvre la précédente, une *substance verdâtre*, un peu terreuse ou à très-petites lamelles, faisant effervescence avec l'acide nitrique sans s'y dissoudre en entier, et contenant un peu de magnésie, se mélange avec les élémens du granite, et la roche est traversée par des veinules de calcaire spathique. Au-dessus, on voit le calcaire, lamellaire, saccha-

roïde ou compacte, se mêler avec la roche, dont il forme quelquefois la masse principale : il paraît souvent alors se mélanger intimement avec le feldspath rose, ou semble même quelquefois se colorer en rose aux dépens du feldspath, qui reste terreux et blanc. Lorsqu'il devient tout-à-fait prédominant, les élémens du granite sont disséminés dans une pâte calcaire, comme ils le sont ailleurs dans une pâte siliceuse. Cette pâte, lamellaire, saccharoïde ou terreuse, ressemble quelquefois tout-à-fait aux roches de calcaire primordial; d'autres fois, son éclat un peu nacré semble la rapprocher du calcaire brunissant ou de certains calcaires ferrifères; mais aucune variété n'a montré, par les essais chimiques, d'indice de magnésie : elle fait toujours, d'ailleurs, dans les acides, une vive effervescence, et ne s'y dissout cependant qu'en partie, en raison de ce qu'elle est plus ou moins mélangée de silice. Les *parties empâtées* de la roche sont surtout des cristaux de feldspath terreux, blanc, et des noyaux de granite altéré, noyaux souvent entourés par une zone siliceuse jaunâtre, qui semble de l'autre côté se fondre dans la pâte calcaire. Le silex et le calcaire pénètrent aussi en veinules dans les noyaux granitiques, où l'on voit peu de quartz, mais beaucoup de feldspath altéré et de mica vert.

Cette roche forme un assez grand nombre de lits minces, à-peu-près horizontaux, mais peu réguliers, dont l'ensemble paraît avoir 8 ou 10 mètres d'épaisseur : entre les lits inférieurs sont de petits bancs, terreux, jaunâtres et grenus, avec de faibles apparences de coquilles, qui semblent analogues à quelques couches du terrain de lu-

machelle, et dont la roche contient une grande proportion de magnésie (1); plus haut, de très-minces lits de silex sont disposés entre les couches à pâte calcaire.

Sur la même pente, mais un peu plus haut, sont des bancs d'*arkose arénacée* ou de *grès*, superposés à l'*arkose cristalline calcaire*. A l'endroit de cette superposition, se présente une petite couche, à pâte de silex meulière et à structure quelquefois porphyroïde, assez semblable, dans ce dernier cas, à certaines arkoses semi-cristallines ordinaires, ou à des mimophyres à pâte quartzeuse.

J'avais fait observer, dans mon premier Mémoire, que, dans les localités où le granite était recouvert par des terrains calcaires, la chaux carbonatée devenait aussi partie constituante des arkoses; mais ce fait se présente à Châteauneuf avec des circonstances plus remarquables que je ne l'ai vu partout ailleurs, et d'autant plus que les roches en question (qui sont tellement calcaires, qu'il peut même paraître difficile de leur conserver minéralogiquement le nom d'*arkose*, et qu'elles devraient être nommées *mimophyre calcaire*) ne m'ont paru être, sur ce plateau, recouvertes que par l'arkose arénacée ou

(1) L'essai de cette roche, fait au laboratoire de l'École royale des Mines, par M. Élie de Beaumont, a donné les résultats suivans :

Résidu insol..	0,045	ou	Résidu insoluble......	0,045
Acide carb...	0,468		Carbonate de magnésie.	0,547
Magnésie	0,265		Carbonate de chaux....	0,426
Chaux.......	0,240			
	1,018			1,018

grès, et que les terrains calcaires ne se montrent au dessus du grès qu'à une distance notable. Cette dernière circonstance me semble opposer une difficulté assez forte à l'ingénieuse explication que M. Cordier a donnée du mode de formation de la roche de Châteauneuf : ce mode, que je ne prétends nullement expliquer, a sans doute été analogue à celui de la formation des arkoses semi-cristallines en général.

Sur la rive droite du Sorniu, je n'ai reconnu que des arkoses arénacées, promptement recouvertes par les terrains marneux et calcaires. Je reviendrai sur cette superposition.

M. Puvis a observé, dans le Brionnais, entre La Clayte et Saint-Christophe, des roches analogues à celles de Châteauneuf, dans la même position géologique. **Brionnais.**

Sur la pente occidentale du Morvan, en Nivernais, l'arkose cristalline se montre souvent sur le granite, avec des caractères et des circonstances tout-à-fait analogues à ce que j'ai indiqué en Bourgogne. On peut étudier, par exemple, la superposition et les passages singuliers qu'elle présente, dans le canal de flottage qui conduit des étangs d'Aron dans la vallée du Beuvron et la vallée de l'Yonne. On observe aussi, en suivant ce cours d'eau, la série entière des terrains qui recouvrent l'arkose de l'autre côté de la chaîne primordiale. Mais le Nivernais présente en outre cette circonstance particulière, que c'est souvent au porphyre que l'arkose semi-cristalline est superposée, et que cette superposition offre des phénomènes entièrement semblables à ceux qu'on reconnaît ailleurs dans la superposition de l'arkose au granite. On en voit un exemple remar- **Nivernais.** **Arkose superposée au porphyre.** **La Colancelle.**

quable au biez de partage du canal de Nivernais, aux Breuilles, près de La Colancelle. Le lit du canal y est creusé dans un porphyre dur, à pâte rouge, rose ou grise. Les parties supérieures de ce porphyre sont désagrégées, et elles peuvent être regardées comme une sorte d'*arène* analogue à l'*arène* du granite. Cette arène passe à une *arkose granitoïde* peu agrégée, recouverte elle-même par une *arkose quarzeuse porphyroïde* très-dure, à laquelle la première se retrouve mélangée en veinules ou petits amas, le tout semblable aux arkoses de l'autre pente du Morvan, et contenant aussi spath pesant, spath fluor et galène argentifère. On y observe des couches ou veines toutes quartzeuses et comme boursouflées, analogues à celle de Pouilly, d'autres parties blondes mélangées de calcaire, ainsi que cela se présente aussi à Chitry (1).

(1) V. *Annales des Mines,* t. X, p. 215. La roche de ces parties blondes fait, avec l'acide nitrique, une effervescence d'abord très-lente, et partant seulement de quelques points, remarquable ensuite par un nuage, ayant l'aspect d'une moisissure, que forment dans la liqueur les très-petites bulles qui se dégagent très-lentement de la surface entière, et enfin vive et générale. L'essai de cette roche et de la roche semblable de Chitry, fait au laboratoire de l'École royale des Mines, par M. Élie de Beaumont, a donné les résultats suivans :

Partie insoluble . .	0,275	ou	Partie insoluble...	0,275
Acide carbonique..	0,338		Carb. de magnésie.	0,413
Magnésie.	0,200		Carbon. de chaux..	0,290
Chaux.	0,165			
	0,978			0,978

Elle contient donc une proportion de magnésie plus grande que la dolomie (ou double carbonate de magnésie

Cette arkose est traversée par des filons ou fentes, remplis les uns d'argile jaune, d'autres d'une substance blanche, pulvérulente, comme spongieuse, qui paraît être de la silice à-peu-près pure. Elle renferme aussi de petites veinules de quartz hyalin cristallisé, coloré en bleu verdâtre, et quelquefois dans sa partie supérieure des rognons verdâtres de nature calcaire.

A cette partie supérieure de l'arkose, se présente la roche jaspoïde jaunâtre que j'ai déjà signalée plusieurs fois. Cette roche passe insensiblement, d'une part, à l'arkose quartzeuse très dure qu'elle recouvre, de l'autre part à l'argile marneuse jaune qui lui est superposée, mais qui pénètre dans l'arkose ainsi que nous venons de le dire. Cette même argile forme l'assise inférieure d'un terrain de marnes argileuses, jaunes, vertes et rouges, qui se trouve entre l'arkose et les calcaires, et dont il sera fait mention plus tard. Des failles qui traversent les couches des terrains supérieurs, et qui y occasionent souvent des rejets considérables, pénètrent jusque dans l'arkose, ainsi qu'on peut le voir dans la coupe tracée sur la Pl. XI, coupe que je dois à la complaisance de M. Poirée, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur des travaux du point de partage du canal du Nivernais.

---

et de chaux), proportion peu différente de celle qui est indiquée ci-dessus pour une roche de Châteauneuf, et qui se retrouve à-peu-près la même dans plusieurs des calcaires magnésiens que M. Elie de Beaumont a observés constamment en couches subordonnées dans les *marnes irisées*, ou dans les terrains marneux inférieurs au calcaire à gryphées. [Voy. son *Mémoire sur les terrains secondaires du système des Vosges. Annales des Mines*, 2e. série, t. I, p. 454 (1827).]

Mais on n'a pas encore suivi ces failles dans la profondeur jusqu'au porphyre, et je n'indique le porphyre, dans cette coupe, que d'après la manière dont il se montre aux Breuilles, à peu de distance vers l'est de la localité représentée.

Arkose du terrain houiller.

Je dirai quelques mots tout-à-l'heure des roches d'arkose cristalline qui se trouvent à la jonction des granites et du terrain houiller; je n'en parle pas en ce moment, parce que l'étude de ces roches ne fait pas partie des objets du présent Mémoire.

(*b*) *Arkoses arénacées.*

Superposées aux arkoses semi-cristallines.

Les arkoses arénacées, souvent bien caractérisées comme *arkoses* par leur composition, ne renferment ailleurs que peu ou point de feldspath, et passent alors à de véritables *grès*; quelquefois elles sont mélangées de calcaire, et passent ainsi *au macigno*; mais rarement on y observe du mica en proportion assez notable pour les faire passer aux *psammites*. Elles se présentent au-dessus des arkoses semi-cristallines, dans une grande partie des localités où celles-ci se trouvent sur le granite : on reconnaît souvent alors le passage insensible des unes aux autres, et toutes deux contiennent, dans ce cas, les mêmes mélanges de spath pesant et de galène. Mais d'autres arkoses arénacées se montrent seules sur les roches primordiales, soit dans des localités où les arkoses cristallines sont cachées, soit partout où le terrain primordial n'est pas formé de granite ou de porphyre, mais bien de gneiss ou de stéaschiste. Dans ce dernier cas, on n'observe pas d'apparence de passage d'une roche à l'autre. Quelquefois, comme à Chessy, les cou-

Superposées immédiatement aux gneiss et stéachistes.

ches du terrain d'arkose paraîtraient présenter une allure à-peu-près parallèle à celle des couches du stéaschiste qu'elles recouvrent. Ailleurs la superposition est visiblement à gisement transgressif : les parties supérieures des couches de gneiss sont alors, à la vérité, souvent désagrégées et altérées, comme ailleurs les parties supérieures du granite et du porphyre; cette altération, à son période extrême, produit même une sorte d'argile jaune micacée, qu'on pourrait regarder comme analogue à l'*arène* des terrains granitiques et porphyriques, et dans laquelle on observe encore les indices de la structure feuilletée et de la stratification du gneiss; mais sur les tranches de ces couches fortement inclinées, l'arkose arénacée repose en couches horizontales, sans présenter aucun des phénomènes singuliers qu'offre la superposition des arkoses semi-cristallines aux granites et aux porphyres.

Allure concordante(?) Chessy.

Gisement transgressif : ses circonstances.

J'ai observé cette superposition transgressive, 1°. en montant, à partir de la route de Nolay à Autun, aux mines de houille de *Resille* près Epinac; 2°. dans la vallée du *Boisfranc*, sur le bord du chemin de Blanzy au Mont-Saint-Vincent. A Resille, l'arkose arénacée couronne le sommet des montagnes, en couches horizontales, et le terrain houiller, déposé sur les pentes, présente toutes les irrégularités qui sont propres aux houilles aussi voisines des terrains primitifs (1). Rien ne m'a fait connaître les rela-

A Resille.

(1) Le terrain houiller de Resille est remarquable par la richesse de plusieurs de ses schistes en belles empreintes végétales, parmi lesquelles se présentent peu de fougères,

tions de gisement qui peuvent exister entre le terrain houiller et le terrain d'arkose arénacée, bien que le maître mineur m'ait assuré que ce dernier s'enfonçait au dessous des couches de houille. Peut-être trouve-t-on, dans cette position, des couches de roches du terrain houiller qui ressemblent beaucoup à l'arkose, et il se présente en effet, dans ce terrain, plusieurs roches qui, considérées minéralogiquement, doivent porter le nom d'*arkose;* il semble même, d'après la nature des couches à travers lesquelles on a creusé inutilement un puits de recherche en 1826, sur la lisière sud-ouest du bassin houiller, que dans cette localité une belle arkose granitoïde se trouve à la jonction du terrain houiller et du granite, et présente les apparences de passage insensible au granite, que les arkoses semi-cristallines semblent présenter par-tout où l'on peut les observer. Je reviendrai bientôt sur ce fait et d'autres faits analogues; je me borne en ce moment à répéter que les roches qui constituent le terrain houiller de Resille ne m'ont pas paru avoir de rapport géognostique avec la grande formation d'arkose arénacée, qui, dans cette contrée, est déposée horizontalement sur le sommet des montagnes.

---

mais beaucoup d'*Astérophyllites* de M. Ad. Brongniart. L'une des couches de grès houiller renferme de nombreux et volumineux fragmens arrondis de roche granitique, et le percement de cette couche, par un puits qui plus bas est arrivé sur une couche de houille, a donné lieu au bruit, assez généralement répandu en Bourgogne en 1828, qu'on avait trouvé à Resille *la houille au-dessous du granite*. (Ce dernier fait m'a été communiqué par M. l'ingénieur en chef de Champeaux.)

Au *Boisfranc*, le terrain d'arkose arénacée présente des circonstances particulières assez remarquables. Sur la rive droite de la vallée de la *Bourbence*, vallée que suit du nord-est au sud-ouest le canal du Chârolais, le riche bassin houiller de *Blanzy* est déposé sur le granite. Sur la rive gauche, en se dirigeant de Blanzy vers le sud, on ne rencontre que des gneiss qui pendent au sud-est, et dont les têtes des couches sont altérées et comme terreuses. Mais à la sortie des bois, à une demi-lieue de Blanzy, près du château *du Plessis*, on se trouve en face d'une montagne nue, couverte de rochers et de blocs de grès (arkose) du sommet jusqu'au pied, et parsemée de chaumières et de carrières. C'est le *Boisfranc*, qui a une lieue et demie de longueur du nord-ouest au sud-est, et qui, autrefois couvert de belles forêts, ne l'est plus aujourd'hui que de grès et de genêts, excepté à l'entour des habitations, dont les possesseurs ont établi quelques petites cultures (1). Au Boisfranc.

Le plateau du sommet, et sur-tout les pentes

(1) Je dis les *possesseurs*, car on assure que la *propriété* de tout le Boisfranc dépend de celle d'un château voisin ; mais que les carriers s'y sont établis depuis un grand nombre d'années, se sont emparés chacun de la portion qui lui convenait, et en usent comme de chose à eux appartenant. Cependant, selon ce qu'on m'a rapporté, une petite portion du sol de cette vaste étendue ayant été vendue dernièrement, l'acquéreur a obtenu des jugemens contre les habitans qui ne voulaient pas lui céder ce dont ils jouissaient, et a fait démolir leurs chétives cabanes. Ils en ont transporté les débris sur une autre partie de la lande, où je les ai vus occupés à rebâtir et à s'établir de nouveau, comme s'ils n'avaient pas un nouveau déguerpissement à redouter.

de cette très-longue montagne sont couverts de masses volumineuses d'arkose, qui est en partie presque entièrement quartzeuse et devient ainsi un véritable *grès*, et en partie mélangée de feldspath plus abondant, dont les cristaux se présentent souvent agglomérés en sorte de petits rognons ou veinules. La roche est ordinairement très-dure; quelquefois, surtout du côté de Saint-Vallier, elle devient sableuse et plus tendre. Partout où j'ai vu des indices de couches, ils dénotent une stratification horizontale, au sommet comme sur la pente et au pied de la montagne. Mais on n'entaille les bancs que sur une épaisseur de 3 à 4 mètres, au-dessous de laquelle on trouve, dit-on, une *argile rougeâtre* et rien de plus. Il ne paraît pas probable qu'une seule assise constitue ainsi la totalité du terrain d'arkose; mais il me semble encore moins à présumer que l'épaisseur du terrain soit toute la hauteur de la montagne. On serait plutôt porté à penser que cette montagne est enveloppée par une sorte de croûte d'arkose, quoique cette idée soit difficile à concilier avec la stratification horizontale que j'ai cru constamment reconnaître, dans le petit nombre de points où j'ai vu une apparence de stratification.

Une vallée qui descend du *Mont-Saint-Vincent* traverse obliquement la montagne de *Bois-franc*. Dans une carrière située au bord et sur la droite de la vallée, j'ai vu, sous l'arkose, cette *argile rougeâtre*, dans laquelle le pic enfonçait facilement de deux à trois décimètres : elle est micacée, et semble bien être le produit de l'altération complète du gneiss. De l'autre côté du ruisseau, un petit escarpement mon-

tre le gneiss en place, altéré et déjà terreux, mais encore très-reconnaissable et présentant des indices de couches inclinées. Un peu plus haut, recommencent les roches et les blocs d'arkose, roche qui repose donc, ici comme à Resille, en gisement transgressif, sur le gneiss, et qui n'est recouverte par rien.

Réflexions sur cette diversité de gisement.

Il est sans doute remarquable que les arkoses semi-cristallines et les arkoses arénacées, roches qu'on est porté, par beaucoup de motifs, à réunir en une seule espèce, soit minéralogique, soit géologique, qui passent d'ailleurs insensiblement l'une à l'autre dans les nombreuses localités où elles sont associées; que ces deux roches, dis-je, présentent, dans leur superposition au terrain primordial, des circonstances si différentes. La théorie huttonienne attribuera sans doute ces différences à l'effet du granite ou du porphyre, soulevé et ramolli, sur celles des couches arénacées avec lesquelles il aura été en contact, et elle se regardera peut-être comme appuyée dans cette hypothèse, par l'absence de tout caractère pouvant indiquer un effet semblable, lorsque le terrain primordial est formé de roches schistoïdes, qu'elle ne considère pas comme ayant éprouvé une semblable action. Quelque commode que puisse paraître une telle explication, il semble difficile, d'un autre côté, de concevoir une différence aussi essentielle dans les circonstances de la formation de deux roches aussi fréquemment mélangées et aussi intimement liées que le granite et le gneiss. En outre, les observations dont le terrain d'arkose a été l'objet sont trop peu nombreuses, pour qu'on puisse affirmer que l'arkose arénacée

ne se présente pas aussi quelquefois en superposition immédiate au granite, sans apparence de passage. Mais il n'arrive que rarement, dans les recherches géognostiques, de pouvoir faire des observations de superposition directe, et le plus souvent, ici comme ailleurs, on est obligé de conclure une superposition, comme probable, de la reconnaissance générale d'une montagne dont les points les plus intéressans sont cachés.

Arkose au sommet des montagnes primordiales.

Des arkoses arénacées plus ou moins dures, se rapprochant plus ou moins des arkoses semi-cristallines, se présentent dans un grand nombre d'autres localités, au sommet de montagnes dont les pentes sont primordiales. Je les ai observées ainsi sur les sommités les plus élevées de la route de Génelard à Charolles, et de la route de Charolles à La Clayte. Souvent alors elles ne sont recouvertes par rien ; quelquefois elles montrent, par l'inclinaison de leurs couches, qu'elles s'enfoncent sous les montagnes calcaires qu'on aperçoit à peu de distance. Ailleurs, la superposition des terrains de marnes et de calcaires aux arkoses est évidente, et elle présente toutes les circonstances déjà décrites.

Arkose au pied des pentes primordiales.

Ailleurs encore, l'arkose arénacée est appuyée sur le pied des pentes des montagnes primordiales, et recouverte, *à niveau décroissant*, par les terrains de marne et de calcaire à gryphées, ainsi qu'on le voit, sur la route de La Clayte à Mâcon, en traversant la vallée de Tramaye, et à la sortie des montagnes près de Pierre-Claud (1), localités sur lesquelles je reviendrai en parlant du calcaire à gryphites.

Arkose en

L'arkose arénacée, pure ou mélangée, se repré-

(1) V. Pl. IX, *fig.* 1re.

sente en outre, en couches subordonnées, dans le terrain de marnes et lumachelle qui la recouvre, et jusque dans le calcaire à gryphites, ainsi que je l'ai indiqué dans mon premier Mémoire (en la désignant sous les noms de *psammite* et de *grès*), et comme nous le verrons tout-à-l'heure.

couches subordonnées dans les terrains supérieurs.

(c) Observations générales sur les arkoses.

J'ai dit que le terrain d'arkose paraissait être toujours immédiatement superposé au terrain primordial : je répéterai que lorsqu'il est recouvert, c'est toujours par les terrains de *marnes et lumachelle,* et de *calcaire à gryphées arquées.* Dans le nord de la Bourgogne, cette formation ou *série arkosienne* se présente seule sur le granite; aux environs d'Autun, on trouve au contraire sur le granite beaucoup de *grès houillers*, et le terrain d'arkose et ce qui le suit ne se montrent plus qu'en petits îlots épars. Plus au midi, le long du canal du centre et dans le Chârolais, on passe fréquemment du terrain primordial à la formation houillère, ou à la formation d'arkose, de marnes et de calcaires, mais toujours immédiatement à l'une ou à l'autre formation, et je n'ai pu parvenir à trouver de points de contact certains entre le terrain d'arkose et le terrain houiller. Quelquefois le premier couronne les sommets des montagnes, dont le second couvre les pentes, comme on vient de le voir pour les environs de Resille. Ailleurs, ainsi que je l'ai indiqué aux environs de Blanzy, le terrain houiller se présente sur l'un des côtés de la vallée, et de l'autre côté l'arkose recouvre seule les roches primordiales : nulle part, je ne les ai vus l'un sur l'autre.

Série de terrains qui recouvrent l'arkose.

On ne voit point le terrain d'arkose en contact avec le terrain houiller.

Indices contraires près d'Autun.

Cependant, à l'est d'Autun, on est souvent porté à croire, en observant les couches arénacées, abondantes et variées qu'on rencontre le long de la route de Nolay, que les roches des hauteurs, formées en général seulement de quartz et de feldspath, doivent être rapportées à l'arkose; tandis que celles des vallées, qui prennent d'autres caractères, qui renferment de nombreux galets de roches primordiales, et qui montrent des indices d'affleuremens de substance charbonneuse, appartiennent au terrain houiller: or, celles-ci semblent bien être situées au-dessous des premières. A Curgy, ces deux sortes de roches arénacées paraissent passer l'une à l'autre, et la supérieure est recouverte par la formation de *marnes, lumachelle* et *calcaire à gryphées*, suite constante du terrain d'arkose. Cette localité présente donc une assez forte induction, en faveur de la superposition de ce terrain au grès des houillères, auquel l'arkose semblerait dans ce cas passer insensiblement; ce qui sans doute est beaucoup moins extraordinaire que l'apparence qu'elle présente ailleurs de passer au granite. Mais n'ayant pu, à Curgy, suivre mes recherches jusqu'au terrain primordial, ou au moins jusqu'à un terrain houiller bien caractérisé, je ne puis tirer d'un fait incomplétement observé, et différent de tout ce que j'ai vu ailleurs, une conclusion positive, quoique cette conclusion soit en quelque sorte appelée d'avance, par l'opinion bien établie sur l'ancienneté du terrain houiller, plus grande que celle des formations à l'époque desquelles le terrain d'arkose paraît pouvoir être rapporté.

Curgy.

Réflexions

Peut-être même ne semblera-t-il pas possible,

dans l'état actuel de nos connaissances géognostiques, d'en venir à une conclusion générale quelconque, sur les rapports d'ancienneté entre les *terrains d'arkose* et le terrain houiller. Et en effet on sait d'abord que M. Brongniart admet, dans le terrain houiller lui-même, des *roches d'arkose*, circonstance qui, à la vérité, pourrait être regardée comme ne présentant qu'une difficulté de *mots*, puisque la dénomination d'*arkose* est prise alors dans un sens purement minéralogique, tandis qu'elle est géologique dans l'autre cas, et s'applique par conséquent à un objet différent; mais, de plus, on peut dire que le terrain houiller présente aussi quelquefois, dans ses assises inférieures, des *arkoses* dans une acception géologique, c'est-à-dire des roches formées principalement de grains de quartz et de feldspath, reposant immédiatement sur le granite ou le porphyre, recouvertes par le psammite houiller, et montrant, dans une épaisseur assez faible, toutes les nuances d'un passage insensible de la roche cristalline inférieure à la roche arénacée supérieure. Je puis citer, comme exemples de ce fait: le passage du porphyre au grès houiller de Schœnefeld, en Saxe, que j'ai brièvement indiqué en 1816, et dont M. Beudant a donné une description détaillée; les arkoses du terrain houiller de Saint-Hippolyte (Bas-Rhin), observées par M. Voltz et décrites par M. Élie de Beaumont, et celles du terrain houiller de Resille, signalées ci-dessus. J'ajouterai que le terrain houiller de Lapleau (département de la Corrèze) m'a paru présenter un fait du même genre, indiqué par la nature des roches que traverse la galerie d'écoulement de cette mine; et peut-être

sur les relations géognostiques de l'arkose.

Arkoses du terrain houiller.

d'autres faits semblables seront-ils reconnus, par l'observation attentive des localités où le terrain houiller est immédiatement superposé au granite ou au porphyre (1). Je ne forme pas une pré-

(1) Un mémoire intéressant, de M. Dufrénoy, sur les terrains secondaires des pentes méridionales du plateau central de la France, mémoire qui a paru pendant l'impression de celui-ci (*Annales des Mines*, 2e. livraison de 1828), renferme l'indication de plusieurs faits du même genre observés par l'auteur : 1°. à la Magdelène, sur les bords du Lot, où le grès houiller offre, dit M. Dufrénoy, tous les caractères de l'arkose, et renferme, comme l'arkose, barytine, fluor et galène ; 2°. dans le sud du pays de Galles, où le *Millstone-grit* (grès inférieur du terrain houiller) présente aussi des caractères indiquant le résultat d'une action chimique semblable à celle qui a exercé son influence dans la formation de l'arkose ; 3°. à la butte de Saint-Priest, près de Saint-Étienne, département de la Loire : les rochers escarpés, qui constituent le sommet de cette montagne, sont formés d'un quartz-silex singulier, à cavités tapissées quelquefois de baryte sulfatée, quartz passant insensiblement au grès houiller qui forme la masse de la montagne, et renfermant des empreintes de *Calamites* analogues à celles du terrain houiller. Les caractères particuliers que présente cette roche indiquent encore à M. Dufrénoy un mode de formation semblable à celui qui a produit l'arkose.

Ayant visité la montagne de Saint-Priest en 1826, et ayant observé les faits que M. Dufrénoy a reconnus et décrits, ainsi que d'autres faits également singuliers que présente la montagne primordiale de Latour, située en face de celle de Saint-Priest, j'avais été amené, par mes observations, à des conclusions assez analogues à celles de l'auteur. Mais cette circonstance, que la roche quartzeuse de Saint-Priest ne se montre pas superposée immédiatement au terrain primitif, me paraît établir encore une différence géognostique importante, entre elle et les arkoses semi-cristallines dont j'ai parlé dans ce Mémoire, et m'a empêché d'en faire mention. La même observation peut être ap-

somption analogue, pour le cas où le terrain primordial est formé de roches feuilletées; et la pente de la montagne de *la Magdeleine*, en descendant à Rive-de-Gier (Loire), m'a semblé montrer la superposition du terrain houiller au gneiss en gisement *différent*, et par conséquent sans passage de l'un à l'autre (1).

Ces circonstances sont remarquables, par leur analogie avec celles que j'ai observées dans le gisement de la formation arkosienne. Je rappellerai, à ce sujet, les transitions du même genre entre le granite et le *grès vosgien*, signalées par M. Voltz, qui désigne sous le nom d'*arkose* la roche de passage (2). Je dois rappeler aussi que

Arkoses d'autres formations.

pliquée au *Millstone-grit*, qui est superposé au *calcaire métallifère* et qui alterne avec lui. (*Voyage métallurgique* de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, page 405, ou *Annales des Mines*, 2e. série, t. I, p. 379.) Je reconnais, avec M. Dufrénoy, que les caractères de ces roches indiquent à plusieurs égards une origine analogue à celle des arkoses semi-cristallines; mais elles me semblent aussi différer de celles de Bourgogne et de Nivernais, en ce qu'elles ne présentent pas ce phénomène remarquable *de faire le passage insensible, l'une à l'autre, de deux roches qui appartiennent à deux terrains regardés comme d'ancienneté très-différente, et également bien caractérisés, l'un comme cristallin, l'autre comme arénacé.*

(1) N'ayant reconnu ce fait qu'en descendant rapidement la montagne, en voiture, je ne puis l'indiquer comme certain : c'est aussi, sans l'affirmer d'une manière positive, que j'énonce le fait contraire relativement à la localité de Lapleau, ayant visité cette dernière mine dans un état de fièvre qui ne me laissait pas la faculté d'observer avec attention.

(2) M. Voltz a bien voulu m'écrire de nouveau (janvier 1828), après avoir reçu des échantillons des arkoses de Bourgogne : « Nous avons aussi dans nos Vos» ges, sur-tout sur le revers occidental de la partie gra-

des passages semblables ont été reconnus depuis long-temps entre les terrains de roches cristallines non schistoïdes (particulièrement les porphyres) et les terrains de grès rouge ancien (*Rothliegende*), auxquels des géologues distingués ont paru disposés à regarder la formation de l'arkose comme *parallèle*. Enfin, le *Hornfels* du Hartz, mélange intime de quartz et de feldspath, qui se présente tantôt avec une structure cristalline, tantôt presque semblable à un grès, qui, dans le premier cas, passe insensiblement d'une part au granite auquel il est superposé, et d'autre part à la *grauwacke* qui le recouvre, pourrait être considéré comme l'*arkose des terrains de grauwacke*, ou des terrains arénacés les plus anciens. Si des observations ultérieures généralisaient ce fait; si des phénomènes semblables à ceux qu'offre l'arkose étaient reconnus pour toutes les superpositions de terrains de *grès* aux porphyres et aux granites, cette généralité donnerait sans doute beaucoup de force aux idées théoriques sur le *soulèvement igné* des granites et des porphyres, situés, lors de ce soulèvement, au dessous de terrains secondaires arénacés. Mais il faut reconnaître aussi que si le fait n'est pas général, son explication huttonienne sera difficile à soutenir; car si tous les terrains de granite et de porphyre ont été en effet, comme on le suppose dans cette opinion, soulevés dans un état de ra-

---

» nitique, les *arkoses* que vous décrivez; mais, là, elles
» constituent simplement le *Rothliegende*. Dans le bas,
» elles passent insensiblement au granite; dans le haut,
» elles passent au *grès vosgien* (dont M. Brongniart fait
» aussi une *arkose*), et celui-ci passe au *grès bigarré*, le-
» quel passe ensuite au *Muschelkalk* ou au *Keuper*. »

mollissement igné, ils ont dû agir par-tout d'une manière analogue sur les terrains arénacés avec lesquels ils se sont trouvés en contact, et nulle part un *grès* antérieur aux formations tertiaires ne doit se présenter superposé au granite ou au porphyre, sans offrir les phénomènes singuliers que nous offre l'arkose : or, il peut sembler difficile d'admettre qu'il en soit ainsi, eu égard au petit nombre de localités dans lesquelles jusqu'à présent ces phénomènes ont été signalés.

Quoi qu'il en soit, et abstraction faite du plus ou moins de propension qu'on peut avoir, d'après des observations ou d'après des idées théoriques, à restreindre ou étendre les conséquences des faits que j'ai indiqués, il n'est question, dans ce travail, que de l'arkose qui lie immédiatement les *terrains primordiaux cristallins aux terrains jurassiques inférieurs*. J'ai exposé, dans mon premier mémoire, les difficultés que me semblait offrir toute conclusion sur le *niveau* ou l'*horizon géognostique* de ce terrain d'arkose; j'ai cependant présenté, au moins comme plus probable que toute autre, l'opinion qui établirait ce niveau à la formation du *grès bigarré*, ou plutôt qui considérerait le terrain d'arkose comme représentant, en quelque sorte par extrait, un ensemble de formations dont le grès bigarré forme la partie moyenne, mais sans me dissimuler les motifs qui peuvent porter à concevoir des opinions différentes, et à avancer ou reculer l'arkose dans la série générale des formations. Mes nouvelles observations ne m'ont point fourni de données qui puissent faire changer ma présomption précédente, malgré le doute que peut inspirer l'incertitude des rapports géognostiques de l'ar-

Arkoses des terrains jurassiques inférieurs.

kose et du terrain houiller. Je sais que la formation d'arkose arénacée, qui couvre les sommets des montagnes primordiales dans une partie de la Bourgogne, est regardée aujourd'hui, par plusieurs géologues, comme devant être rapportée au *Quadersandstein;* mais, indépendamment du vague que laisse cette désignation, il me paraît difficile de l'appliquer ici, puisque rien ne dit que ces *grès*, qui reposent immédiatement sur les terrains primordiaux, ne sont pas analogues à ceux du voisinage, qui, avec un gisement semblable, sont recouverts par les terrains marneux qu'on rapporte aux *Marnes irisées*, circonstance caractéristique pour le terrain d'arkose, mais qui n'appartient à aucune des formations arénacées auxquelles le nom de *Quadersandstein* a été appliqué. Si des observations ultérieures empêchaient d'admettre l'analogie géognostique de ces divers *grès*, il ne faudrait regarder comme appartenant au *terrain d'arkose* que ceux dont l'antériorité aux terrains de marnes et lumachelle resterait constatée.

Teneur métallique du terrain d'arkose.

La teneur métallique du terrain d'arkose, que j'ai signalée précédemment, a été constatée dans un assez grand nombre de localités. Dans le Charolais et le Beaujolais, le minérai de plomb argentifère s'y rencontre fréquemment, et il est, en ce moment, l'objet de plusieurs travaux de recherche. Des circonstances semblables se présentent sur beaucoup de points du département de la Nièvre, et il me paraît de plus en plus probable qu'une partie au moins des gîtes métallifères connus, autour du groupe granitique du centre de la France, appartient à cette formation. Je crois ainsi pouvoir y rapporter non-seulement le gîte

de cuivre carbonaté de Chessy, comme M. Brongniart en a exprimé l'opinion dans son mémoire sur l'arkose, mais encore les gîtes de manganèse barytifère de Romanèche, près Mâcon, qui se présentent en filon dans le granite et en amas à la surface du granite, associés, dans l'un et l'autre cas, à un mimophyre à pâte argiloïde (1). Une concordance remarquable, dans différentes circonstances de composition et de gisement, m'avait même porté à présumer que les minérais de manganèse qui sont exploités dans le département de la Dordogne, sur la pente sud-ouest du plateau primordial central de la France, devaient appartenir également au terrain d'arkose, ainsi que je l'ai indiqué dans mon premier travail. M. l'ingénieur Dufrénoy a bien voulu, sur ma prière, aller, dans un de ses derniers voyages, étudier le gisement de ces *pierres de Périgueux*, et il a reconnu que ma conjecture était fondée.

§ II. TERRAIN DE MARNES ET LUMACHELLE (MARNES IRISÉES).

Sa position; sa liaison avec les autres terrains.

Le terrain que j'ai désigné sous le nom de *Marnes et lumachelle* se présente constamment à la place où je l'ai reconnu d'abord, entre le terrain d'arkose et celui de calcaire à gryphées. Il se lie intimement avec le terrain d'arkose, tant par ses couches marneuses inférieures, en général vertes et rouges, qui renferment des couches d'arkose subordonnées, et qui plus bas se retrouvent subordonnées au terrain d'arkose,

(1) Une notice sur les gîtes de manganèse de Romanèche, lue à l'Académie des sciences en 1827, sera imprimée dans les *Annales des Sciences naturelles*, de mars 1829.

que par le mélange des grains de quartz et de feldspath de l'arkose dans les couches calcaires de la lumachelle; ce qui constitue alors un *Macigno* de M. Brongniart. Il se lie également avec le terrain de calcaire à gryphées par ses couches marneuses supérieures ordinairement grises ou noirâtres, qui alternent et avec les couches à gryphées et avec la lumachelle. Par ce motif, et en considérant que les couches de lumachelle se trouvent le plus souvent à peu de distance du calcaire à gryphées, et dans la partie supérieure du terrain marneux, on pourrait croire convenable de ne pas désigner ce terrain d'une manière particulière, et de réunir sa partie inférieure, ou les marnes *irisées*, aux arkoses, et sa partie supérieure, ou les marnes *noirâtres*, au calcaire à gryphées ou au *Lias*. Mais, pour parvenir à la connaissance aussi complète que possible de l'ordre de succession des couches des terrains, il paraît utile d'établir, dans l'énumération de ces couches, le plus grand nombre possible de divisions, fondées sur des points de répère auxquels on puisse rattacher une portion de l'ensemble. En conséquence, je crois convenable de continuer à faire un groupe particulier du terrain de *marnes* et *lumachelle*, comme placé entre les deux terrains bien caractérisés (dans les localités que j'ai étudiées) d'*arkose* et de *calcaire à gryphées*, sans prétendre établir, par cette dénomination, une distinction qui puisse caractériser une *formation* géognostique, croyant au contraire que ces trois groupes sont intimement liés, ainsi que je l'ai dit dans mon premier Mémoire. Si cependant le rapprochement que j'ai indiqué comme possible entre la *lumachelle* et le *Mu-*

schelkalk venait à être confirmé, la distinction acquerrait un beaucoup plus grand degré d'importance.

A Pouilly en Auxois.

Au point de partage du canal de Bourgogne, à Pouilly en Auxois, ce terrain a plus de 31 mètres de puissance, et il se compose, d'après les observations de M. l'ingénieur Lacordaire, directeur des travaux du point de partage, de seize couches distinctes, ainsi qu'on le voit dans la coupe qu'il a dressée, dont nous avons ensemble vérifié ou modifié quelques parties, et qu'il a bien voulu me donner pour être jointe à ce Mémoire [Pl. X] (1). On peut remarquer, dans cette coupe, que la moitié inférieure de l'épaisseur du terrain est formée de *marnes argileuses vertes*, avec bancs subordonnés d'*arkose* et de *calcaire siliceux*; et la moitié supérieure, de *marnes noires* feuilletées, en bancs épais, contenant des rognons calcaires très-volumineux, ou en bancs minces et alternant avec des *macigno*, *calcaire siliceux* et *lumachelle*. M. Lacordaire a reconnu que les chaux des calcaires de ce terrain étaient éminemment hydrauliques, et plusieurs des couches lui ont manifesté cette qualité à un tel point, qu'il est parvenu, à la suite de nombreuses expériences et par d'ingénieux procédés de cuisson, à en obtenir un *plâtre-ciment* ou *ciment romain* d'une grande énergie (2). Il ne peut entrer dans mon sujet de faire connaître les procédés de fabrication de ce

Calcaires hydrauliques. Plâtre-ciment.

(1) Cette coupe a été annoncée, et l'explication qui l'accompagnait a été extraite, dans le *Bulletin des sciences* de la Société philomatique, de décembre 1826.

(2) M. Minard, alors ingénieur du canal du centre, a aussi reconnu, en 1823, des propriétés analogues dans des calcaires du département de Saône-et-Loire, qui appar-

plâtre-ciment, ni les propriétés qu'il possède. L'un et l'autre objet seront décrits avec détail par l'auteur même de la découverte, qui en a fait d'abord les applications les plus heureuses aux travaux de la percée souterraine du canal, et qui a formé depuis une société, pour livrer au commerce une substance précieuse pour les constructions, que jusqu'à présent on tirait de l'Angleterre (1). Je me bornerai à quelques renseignemens minéralogiques sur les couches qui la fournissent.

Nature et gisement des couches à plâtre-ciment.

La couche calcaire inférieure, qui alterne avec les marnes argileuses vertes, contient une proportion de silice plus grande que celle qui convient aux propriétés hydrauliques très prononcées. Plus haut, les rognons calcaires volumineux, disséminés dans une couche de 8 mètres de marnes argileuses noires, donnent une excellente chaux hydraulique et un plâtre-ciment de bonne qualité. Ces rognons sont d'un brun jaunâtre, et remarquables par une enveloppe rayonnée, de plusieurs centimètres d'épaisseur, de calcaire noirâtre, à cassure fibreuse dans le sens du rayon et lamellaire dans un sens transversal, dont la surface extérieure est chatoyante et présente de petits cercles accolés les uns aux autres, un peu bombés dans leur partie centrale. Cette substance

---

tiennent très-probablement à la même formation géognostique. (Voyez les *Annales des Mines*, t. IX, pag. 114.)

(1) Des expériences variées, faites avec un grand soin à l'École royale des mines en 1828, ont fait reconnaître les nombreux et utiles emplois que l'on peut faire du plâtre-ciment de Pouilly. Les mêmes expériences et celles qui ont été faites à Cherbourg ont prouvé que les propriétés de ce *ciment français* étaient au moins égales à celles du *ciment anglais* ou *ciment de Parker*.

rappelle, à quelques égards, la variété fibreuse du calcaire nommé *Anthraconit* ou *Madreporstein* par plusieurs minéralogistes allemands, et on serait tenté de la regarder en effet comme un polypier peu caractérisé; mais il paraît plus probable que c'est la sorte de concrétion à laquelle Linné avait donné le nom de *Tophus turbinatus*, et dont les échantillons étaient autrefois très-recherchés dans les cabinets; concrétion qui a été nommée *Nagelkalck* dans quelques parties de l'Allemagne (à cause de la ressemblance qu'on a trouvée entre les parties bombées de sa surface et des têtes de clous), que d'autres minéralogistes ont désignée sous le nom de *Tuten mergel,* en raison de la nature marneuse des rognons qu'elle enveloppe, et que les Suédois nomment *Strutmergel* (1). Plus haut encore, les couches indiquées sur la coupe comme *calcaire siliceux* et *calcaire rubané* fournissent un plâtre-ciment très-énergique, et elles sont régulièrement exploitées, à cet effet, par puits et galeries. La roche de la couche dite *calcaire siliceux* est marbrée de gris et de blanchâtre, l'autre est *rubanée* des mêmes couleurs, ainsi que son nom l'indique; toutes deux jaunissent promptement à l'air, caractère commun à tous les calcaires qui ont été reconnus à Pouilly pour être propres à la fabrication du *plâtre-ciment.* Ces calcaires présentent souvent aussi la propriété de pétiller fortement au feu. La seconde couche est moins ferrugineuse que la

(1) Ces derniers synonymes m'ont été indiqués, sur la vue de mes échantillons, par M. Hausmann, qui, en 1807, a fait mention du *Tuten mergel,* comme se trouvant au pied du Hartz, dans un terrain marneux qui appartient à la partie supérieure du *Muschelkalk.*

première, et son *ciment* est de couleur plus claire (celui du *calcaire siliceux* est presque noir).

Arkoses arénacées.

L'une et l'autre de ces couches ont pour mur et pour toit des *grès* ou arkoses arénacées : le grès inférieur, superposé à des marnes argileuses noires, est remarquable en ce qu'il présente des vestiges de fossiles et des reliefs de figures singulières, analogues à ceux que j'ai signalés dans les *grès* de Les Davrées et de Mêmont (1). Cette roche est une véritable arkose; car elle renferme une assez grande proportion de feldspath, qui s'y présente en partie en cristaux incolores, circonstance assez rare dans les *grès* de cette formation; elle contient aussi du caolin ou feldspath altéré; de plus, des grains noirs, de forme, de dureté et d'éclat variés, dont quelques-uns semblent n'être que des grains de quartz ou de feldspath enveloppés par une croûte argiloïde. Au-dessus de la couche de *calcaire siliceux*, se trouve, alternant avec des marnes noires, un autre grès beaucoup plus homogène, fissile, un peu micacé, mais charbonneux, où nous avons reconnu des empreintes très-caractérisées de fougères, tout-à-fait semblables à celles du grès de Hoër en Scanie, que M. Adolphe Brongniart a fait connaître et décrites d'abord sous le nom de *Filicites meniscioïdes*, et dont il a fait depuis un genre particulier sous le nom de *Clatropteris*, en leur conservant le nom spécifique de *Meniscioïdes*, en raison de leur analogie avec le genre de fougère nommé *Meniscium* (2). Il est à

Empreintes de fougères.

---

(1) *Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne*, pages 40 et 53, ou *Annales des Mines*, t. X, p. 232 et 245.

(2) M. Elie de Beaumont a trouvé des empreintes de la

remarquer que ces empreintes se présentent non-seulement couchées entre les lits du grès, mais encore dans une position transversale à ses feuillets.

Au-dessus du *calcaire rubané*, la troisième couche de grès ou arkose est, dans quelques-unes de ses parties, tout-à-fait semblable à celle que j'ai indiquée près de Nam-sous-Thil, comme se mélangeant intimement avec la lumachelle qui la recouvre. Le même mélange a lieu à Pouilly, et il produit la couche désignée sur la coupe, comme *lumachelle siliceuse*. Cette couche et celle qui la recouvre, indiquée comme *lumachelle argileuse*, sont, ainsi qu'on le voit, à la partie tout-à-fait supérieure de la formation. On y observe en abondance la *Plicatula spinosa* (Sow.). Les autres fossiles reconnus par M. Lacordaire dans ce terrain sont des *Cames*, des *Peignes*, des *Crassatelles*, des *Huîtres*, des *Plagiostomes*, des *Entroques*; on y voit aussi de nombreux moules intérieurs de coquilles turbinées qui paraissent être des *Vis*. J'y ai retrouvé l'*Unio hybrida* (Sow.), qui est si abondante dans les lumachelles de la partie nord-ouest de l'Auxois. Lumachelle.

Les *grès* ou arkoses dont il vient d'être question et ceux qui se présentent dans une situation analogue, c'est-à-dire à la partie supérieure des *marnes irisées*, dans la partie orientale de la France, sont désignés, depuis quelques années, par plusieurs géologues sous le nom de *Quadersandstein*. J'ai fait remarquer, dans mon premier mémoire,

---

même fougère, à Saint-Étienne près la Marche (Vosges), dans une roche arénacée qu'il rapporte au *grès du Lias*, et qui appartient probablement à la même formation que le grès à fougères de Pouilly.

combien cette dénomination laissait de vague et d'incertitude, en tant qu'elle avait pour objet d'indiquer un rapprochement avec une formation déterminée en Allemagne, puisqu'il est reconnu aujourd'hui que les divers géognostes allemands ont appliqué ce nom de *Quadersandstein* à trois et peut-être même à un plus grand nombre de formations différentes. Il me semble donc peu convenable d'aller chercher, pour l'employer comme désignation d'un terrain, un mot tout-à-fait étranger à notre langage, qui n'a, même en Allemagne, aucune acception généralement reçue, et qui par conséquent peut et doit induire en erreur. Si, par un motif quelconque, le nom d'*Arkose* est jugé ne pouvoir suffire à la désignation géognostique de tout cet ensemble de couches arénacées qui se présentent à diverses hauteurs dans les *marnes irisées*, depuis l'arkose proprement dite, sur laquelle ces marnes reposent, jusqu'au calcaire à gryphées ou *Lias* qui les recouvre, je crois que le nom de *Grès* ou d'*Arkose du Lias*, déjà employé par M. Keferstein et d'autres géologues, serait le meilleur dont on pût se servir pour celles des couches arénacées qui se trouvent ainsi dans les *marnes noires*, à la partie supérieure des *marnes irisées*. Je le crois d'autant plus que, dans ma manière de voir, le véritable *Lias*, c'est-à-dire le calcaire à gryphées arquées, est intimement lié, en Bourgogne, avec tout cet ensemble de marnes et de *grès* sur lesquels il repose, et non avec les marnes qui le recouvrent et auxquelles on le réunit en Angleterre.

Sanguine. Les marnes argileuses noires de Pouilly renferment des rognons de sanguine.

Les différentes couches de ce terrain ne se

présentent pas toutes avec constance sur une grande étendue : tantôt le *grès* paraît former une couche réglée ; tantôt il n'est qu'en rognons aplatis ; quelquefois même l'une des couches de *grès* disparaît tout-à-fait et est remplacée par des marnes vertes, lesquelles ne se trouvent pas en général dans cette partie supérieure de la formation. Les couches calcaires participent à la même irrégularité : les deux gîtes précieux de *ciment* qu'on exploite à Pouilly paraissent bornés dans leur étendue ; mais, ainsi que je l'ai déjà dit, les propriétés hydrauliques plus ou moins énergiques appartiennent à tous les calcaires de ce terrain, et il y a tout lieu d'espérer qu'on retrouvera ailleurs des propriétés semblables dans les calcaires d'une formation analogue (1).

Inconstance dans l'allure des couches.

(1) Il paraît que le *ciment romain* ou *ciment de Parker*, que l'on fabrique à Londres depuis vingt ans, et qui fait l'objet d'un commerce très-considérable, provient d'un calcaire argileux qu'on rapporte à la formation du *Lias*, et particulièrement de rognons calcaires disséminés dans les *marnes inférieures* de cette formation ; ce qui répondrait tout-à-fait aux rognons des marnes noires de Pouilly. Plusieurs caractères indiqués pour ce calcaire, dans l'ouvrage de MM. Conybeare et Phillips (note de la page 264), appartiennent aussi au calcaire de Pouilly. Les galets de *plâtre-ciment* qu'on trouve près de Boulogne, sur le rivage du Pas-de-Calais, ressemblent beaucoup à plusieurs des rognons de Pouilly des deux formations marneuses, inférieure et supérieure au calcaire à gryphées ; et, d'après la nature géognostique du sol du Boulonnais, on peut regarder comme probable qu'ils proviennent de la destruction de couches marneuses analogues à celles de Bourgogne. Nous manquons jusqu'à présent des indications géognostiques qui seraient nécessaires pour reconnaître si le *calcaire argileux*, avec lequel MM. Lamé et Clapeyron fabriquent en Russie du *ciment romain* (*Ann. des mines*, t. VII, p. 494), n'appartient pas aussi aux mêmes formations.

Terrain marneux de La Colancelle en Nivernais.

Au biez de partage du canal du Nivernais, à La Colancelle, le terrain marneux n'a que 15 à 20 mètres d'épaisseur, et il est formé presque entièrement de marnes très-argileuses, jaunes, rouges, verdâtres ou grises, mélangées de couches et de rognons calcaires, ainsi qu'on le voit sur la coupe de la Pl. XI. L'argile marneuse jaune, qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, se trouve déjà mélangée avec l'arkose, forme la partie inférieure du terrain marneux, et passe à la roche jaspoïde de l'arkose. Au dessus, se présentent des noyaux ellipsoïdaux calcaires, disséminés dans une marne argileuse rouge; plus haut, les rognons calcaires disparaissent, et la couche elle-même paraît devenir tout-à-fait argileuse : celle-ci est recouverte par une couche de même nature, mais d'un gris verdâtre, dans la partie supérieure de laquelle seulement se mélangent de nouveau des parties calcaires, et se représentent aussi des rognons calcaires disséminés. Ces rognons, ainsi que ceux de l'argile rouge, donnent une chaux éminemment hydraulique.

Au dessus de ces marnes argileuses, on reconnaît une couche remplie de fissures, formée de calcaire grisâtre, compacte, à cassure esquilleuse et conchoïde, non coquiller, désignée sous le nom de *gros banc* et ne donnant qu'une chaux grasse; puis une couche de 6 mètres d'épaisseur, formée d'assises minces de marnes noires fissiles, dont plusieurs sont assez analogues aux marnes noires de Pouilly, mélangées comme elles de rognons calcaires à chaux hydraulique, et renfermant deux petits bancs subordonnés qu'on dit être analogues au *gros banc*, est située immédiatement au dessous du calcaire à gryphées arquées. La

lumachelle n'est point indiquée dans cette série; cependant j'en ai trouvé sur les lieux des fragmens, dont je n'ai pu déterminer la position d'une manière précise. Je présume qu'elle doit appartenir aux petites couches n°s. 7 et 9, subordonnées aux marnes noires.

Le peu de consistance de ces argiles marneuses et leur nature tout-à-fait ébouleuse opposent à l'exécution des travaux de cette partie du canal du Nivernais de très-grandes difficultés; mais la reconnaissance que, par suite d'un rapprochement géognostique, on a faite du terrain d'arkose au dessous des argiles, et du porphyre auquel l'arkose est immédiatement superposée, a donné les moyens de fonder d'une manière solide les culées de la voûte de la percée souterraine du biez de partage.

J'ai signalé les dépôts de gypse que le terrain marneux renferme auprès de Sombernon. On y observe des dépôts analogues, mais plus considérables, entre Autun et Châlons, à Saint-Léger-sur-Dheune, Sampigny, Decise et Saint-Sernin du Plain. Amas gypseux.

J'ai visité les carrières de gypse de la montagne de Saint-Léger, qui ont été décrites par M. Levallois. J'ajouterai seulement à sa description que j'ai reconnu la *lumachelle* à la partie supérieure du terrain, et que cette même partie renferme une couche subordonnée d'*arkose arénacée*, le tout au dessous du calcaire à gryphées qui forme le sol du plateau. J'y ajouterai encore que le terrain houiller de Saint-Berain, auquel M. Levallois pense que la formation gypseuse de Saint-Léger est superposée, paraîtrait bien en effet, d'après la disposition de ses couches, plonger St. Léger-sur-Dheune.

sous la montagne gypseuse; qu'on rencontre quelquefois des filons de gypse dans les schistes de Saint-Berain, ce qui vient encore à l'appui de cette idée, conforme d'ailleurs aux opinions générales sur l'ancienneté relative des deux formations; mais que cependant, quoique les deux terrains soient à côté l'un de l'autre, sur le même côté de la vallée de la Dheune, je n'ai pu reconnaître aucun point où leurs couches fussent en contact; que M. l'ingénieur en chef Puvis, qui a visité souvent cette localité, m'a annoncé n'avoir pu parvenir à observer d'une manière immédiate les rapports que peuvent avoir entre elles les deux formations, et que ce manque de preuves directes est une circonstance singulière qui doit faire conserver quelques doutes, surtout si on la rapproche des doutes du même genre que peut inspirer l'observation du terrain d'arkose, à la série duquel appartiennent les marnes et gypse de Saint-Léger, et des idées qui ont été émises, depuis peu, sur la formation du gypse, par un géologue célèbre.

On ne voit point les rapports du terrain marneux avec le terrain houiller.

Couches de fer oxidé hydraté dans les marnes et lumachelle.

J'ai indiqué des couches chargées de fer oxidé dans le terrain de lumachelle, à Toutry en Auxois, et au dessus du terrain d'arkose à Thoste. Les rognons de sanguine que renferment les marnes de Pouilly sont une trace du même fait géognostique; mais ce fait se présente avec des caractères plus frappans dans le midi de la Bourgogne, et sinon d'une manière tout-à-fait constante, au moins avec assez de généralité pour mériter d'exciter l'attention. En effet, des gîtes de minérai de fer oxidé hydraté, disposés en couches, *au dessous du calcaire à gryphées*, dans le terrain de lumachelle, sont exploités dans un

assez grand nombre de localités, à Chalancey près Couches, à Péreuil, à Thury, à Vellerot, etc. J'indique ces dernières localités d'après des renseignemens divers qui m'ont été donnés; et j'ai visité la mine de Chalancey, exploitée pour le fourneau de Bouvier : le minérai de fer est un fer oxidé hydraté oolithique à très-petits grains, répandu avec abondance dans une argile très-chargée d'oxide rouge. Il forme une couche irrégulière, de 1 à 2 mètres d'épaisseur, située à 2 mètres et demi au dessous de la couche inférieure du calcaire à gryphées arquées. L'intervalle est rempli par un calcaire de couleur blonde, sans gryphées, peu coquiller (variété peu reconnaissable de lumachelle), et par un banc de roche calcaire pointillée de grains de fer. La couche de minérai paraît renfermer peu de fossiles: j'y ai trouvé un polypier lamellifère orbiculaire, de 3 centimètres de diamètre et 2 à 3 millimètres d'épaisseur, voisin des *Cyclolites* et des *Fungies* (1).

Mine de Chalancey.

(1) M. J. Desnoyers a bien voulu examiner ce polypier, sur lequel il m'a remis les observations suivantes.

Ses lames rayonnantes, tant principales que secondaires, sont au nombre de cent cinquante environ, très-saillantes sur la face supérieure, qui est tout-à-fait plate, sans aucun trou de lacune ou cavité vers le centre. La face inférieure est rugueuse, un peu concave au centre et ridée de quelques cercles concentriques imparfaits. Par ces caractères, ce polypier se rapproche et en même temps diffère des genres *Fungie* et *Cyclolite*; il paraît cependant plutôt appartenir au dernier, à raison des cercles concentriques. On a déjà indiqué, mais sans description, des Cyclolites manquant de lacunes à la face supérieure : peut-être pourrait-on les réunir à cette espèce nouvelle, qui fournirait un bon type, pour former un genre, dont les caractères seraient l'absence de cavité et l'aplatissement de la surface supérieure.

Au dessous de la couche exploitée, se retrouvent une couche pointillée de grains de minérai, puis des couches de lumachelle terreuse et siliceuse, alternant avec des marnes noires ou grises, feuilletées ou dures, et des arkoses arénacées ou *grès* de diverses variétés. Les calcaires marneux de quelques-unes des couches sont nommés par les mineurs *Pétallyad*, en raison de la propriété qu'ils ont de pétiller au feu, comme les calcaires à chaux hydraulique de Pouilly, de la même formation, et ils sont sans doute susceptibles de donner aussi des chaux hydrauliques. A 14 mètres au dessous du banc de minérai, on a trouvé une couche de calcaire siliceux qui laisse passer les eaux de la mine, et l'on ne s'est pas approfondi davantage; mais, plus profondément, on aurait bientôt rencontré les marnes bigarrées et le gypse, qu'on reconnaît sur la pente de la montagne, en descendant, soit à l'ouest vers *La Bonne-Eau*, soit à l'est vers *Saint-Léger*.

Cette formation de minérai de fer oolithique, répandue cà et là *sous le calcaire à gryphites* de la Bourgogne, me paraît différer, par sa position, de toutes celles qu'on a citées jusqu'à présent dans les terrains jurassiques, et qui ont toutes été indiquées à des hauteurs plus ou moins considérables *au dessus* de ce calcaire. On a découvert, depuis peu d'années, à Villebois, département de l'Ain, des gîtes de nature analogue, étendus et puissans, qui donnent lieu à des exploitations considérables, dont les minérais sont envoyés jusqu'à Saint-Étienne (Loire). Ces minérais, que je n'ai vus que dans les usines, m'ont paru semblables à celui de Chalancey; mais je ne sais si les gîtes sont situés au dessus ou au dessous du calcaire

à gryphées, et les opinions des ingénieurs qui ont visité les mines de Villebois paraissent n'être pas encore uniformes sur ce point (1). Au reste, peut-être ces diverses couches de minérai devront-elles être regardées comme dépendant plutôt de la formation du calcaire à gryphées que de tout autre terrain; peut-être donneront-elles un motif de plus pour réunir au calcaire à gryphées les couches de calcaire-lumachelle, comme je l'ai indiqué tout-à-l'heure.

Constance de la lumachelle.

Quoi qu'il en soit, la lumachelle se présente avec constance, au dessous des couches à gryphées arquées, jusque dans le midi de la Bourgogne. Je l'ai retrouvée ainsi en un grand nombre de localités, dans les environs d'Autun, auprès de Génelard (où on la désigne particulièrement sous le nom de *castine*, en raison de l'usage qu'on en faisait dans un ancien haut-fourneau situé au Montet), auprès de Charolles, et jusqu'aux environs de Châteauneuf.

Chessy. Couches cal-

A Chessy (Rhône), on retrouve bien, dans la même position, quelques couches analogues à cer-

(1) D'après les renseignemens qu'a bien voulu me donner M. Hausmann, les mines de fer exploitées au pied occidental du Hartz, près de *Kalefeld* et de *Willershausen*, ainsi que celles de *Mark-Oldendorf* près d'Eimbeck, sont tout-à-fait semblables, par la nature et par le gisement de leurs minérais, à la mine de Chalancey. Les autres gîtes de minérais de même nature, qui sont exploités en Basse-Saxe, et indiqués dans l'*Esquisse géognostique* de ce pays, que M. Hausmann a publiée en 1807, sont de formation plus récente, et situés soit entre le calcaire à gryphées et le *Quadersandstein* de Basse-Saxe (lequel est *de niveau* avec la *glauconie crayeuse*), soit dans celles des assises de cette dernière formation qui paraissent correspondre à l'*Iron-Sand* et au *Green-Sand* des géologues anglais.

caires de couleur claire.

taines couches du terrain de marnes et lumachelle de la Bourgogne ; mais l'ensemble de cette formation présente en général des couleurs beaucoup plus claires, et les couches calcaires, blanchâtres, quelquefois veinées de rouge, sont, dans plusieurs de leurs parties, analogues aux roches des terrains de calcaires blancs supérieurs. Ce calcaire de Chessy renferme, dans certaines couches, beaucoup de coquilles, entre autres un petit oursin, du genre auquel M. Desmarest conserve le nom d'*Échinus*, et dont l'espèce n'est pas décrite. La plupart de ces coquilles sont du reste indéterminables : celles qui présentent des caractères plus distincts sont analogues aux coquilles de la lumachelle de Bourgogne (1) ou à quelques unes de celles du *Lias blanc*, c'est-à-dire de la partie tout-à-fait inférieure du *Lias* des géologues anglais; mais l'aspect comme la position de ces roches calcaires de Chessy me porteraient à les regarder comme appartenant au *Muschelkalk* ou calcaire conchylien, opinion que l'examen comparatif des fossiles ne semble pas confirmer.

Houille dans la formation des marnes.

Je ne terminerai pas ce qui concerne les marnes et lumachelle sans faire mention d'un fait qui donne à l'étude de ces terrains un nouvel intérêt : la découverte de *couches de houille* dans la partie inférieure de la formation, à Bussières-lès-Belmont, non loin de Langres, découverte faite en 1827 par M. Lacordaire, dans ses propriétés. L'indice du même fait, représenté par

---

(1) Les espèces que M. Lefroy a pu déterminer sur mes échantillons sont 1°. le *Plagiostoma punctatum* (Sow.); 2°. un *Perna* voisin du *P. aviculoïdes* (Sow.); 3°. l'*Unio hybrida* (Sow.).

un filet très-mince de houille, a été observé depuis peu par M. de Nansouty dans les marnes situées entre l'arkose et le calcaire à gryphées, sur les pentes de la colline de Nam-sous-Thil, décrite dans mon premier mémoire. Le grès charbonneux de Pouilly, avec empreinte de *Filicites*, peut encore être regardé comme un indice analogue sous le rapport géognostique; mais les couches de houille de Bussières, quoique peu épaisses, et beaucoup moins bitumineuses que les houilles de la formation houillère proprement dite, pourront peut-être s'exploiter avec avantage, ainsi que s'exploitent, dans une position géologique qui paraît encore analogue, les houilles de Gemouval et de Corcelles, département de la Haute-Saône (1). M. Charbaut avait signalé, dès 1818, dans la formation des *marnes irisées* des environs de Lons-le-Saulnier, la présence assez constante d'une petite couche de *houille très-sèche*, située toujours au-dessus du gypse (2); et M. Élie de Beaumont a reconnu depuis, comme étant subordonnées au même terrain, dans les formations secondaires du système des Vosges, des couches de combustible fossile, à Noroy près Neufchâteau, et des indices de la même substance aux environs de Bourbonne-les-Bains (3); mais le combustible de Noroy, *qui présente des carac-*

(1) V. *Notice géologique sur les environs de Saulnot*, par M. Thirria, *Annales des mines*, tome XI, page 391.

(2) V. *Annales des mines* de 1819, pages 592, 595 et 598 à 600.

(3) V. *Observations géologiques sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du Lias*, par M. Élie de Beau-

tères minéralogiques intermédiaires à ceux de la houille et à ceux du lignite, paraîtrait, d'après la description, être un peu moins bitumineux que les combustibles de Bussières et de Gémonval. Notre terrain de marnes et lumachelle se rapporte, sans aucun doute, aux *marnes irisées;* mais M. Élie de Beaumont regarde comme certain que les *marnes irisées* sont toujours supérieures au *Muschelkalk*, et il pense qu'elles doivent en être distinguées, comme *formation géognostique* (1), opinion contraire aux rapprochemens que j'ai indiqués avec doute pour la lumachelle de Bourgogne et pour les calcaires de couleurs claires de Chessy. Dans cette manière de voir, la formation du *Muschelkalk*, qui se présente avec constance au pied des Vosges, manquerait tout-à-fait dans les terrains secondaires de la pente du Morvan. Or, la localité de Bussières se trouvant située presqu'à égale distance du Morvan et des Vosges, il devient particulièrement intéressant d'y étudier les terrains immédiatement superposés au granite, et de reconnaître s'ils présentent les circonstances géognostiques propres à ceux de l'une ou de l'autre des deux chaînes primordiales. Je ferai, de l'examen de cette localité, l'objet d'une notice particulière.

§ III. TERRAIN DE CALCAIRE A GRYPHÉES (LIAS).

De même que pour les terrains précédens, l'observation du calcaire à gryphées dans les

---

mont, *Annales des mines*, deuxième série, tome III, page 463.

(1) *Ibid.*, page 451 à 468.

départemens de Saône-et-Loire, de la Nièvre et du Rhône m'a présenté la confirmation des faits que j'avais annoncés, d'après mes premières recherches dans les départemens de la Côte-d'Or et de l'Yonne. A Pouilly en Auxois, la percée souterraine du biez de partage du canal de Bourgogne, percée qui a 3.330 mètres de longueur, est ouverte dans le calcaire à gryphées, dont les couches, presque horizontales, ont seulement vers le nord-est une inclinaison telle, que, sur une distance de 6.000 mètres, leur niveau s'abaisse de 30 mètres; mais plusieurs fentes, qui ont produit des glissemens divers dans la masse de la montagne, font qu'en allant horizontalement, le souterrain se trouve, à plusieurs reprises, tantôt dans la couche calcaire, de 8 mètres d'épaisseur, qui contient le plus abondamment la *gryphée arquée*, tantôt au-dessus ou au-dessous de cette couche, dans des marnes noirâtres ou des calcaires marneux gris, qui alternent en couches minces et nombreuses. L'épaisseur totale du terrain est d'environ 15 mètres. Les fossiles sont surtout abondans dans les couches marneuses supérieures à la couche à gryphées arquées. On y trouve, comme dans la vallée de Saint-Thibaud, une très-grande quantité de *Bélemnites*, des *Ammonites* de plusieurs espèces distinctes, des *Nautiles*, des *Turbos*, des *Térébratules*, des *Plagiostomes*, des *Crassatelles* (?), des *Peignes*, des *Mya*, des *Entroques*, etc., parmi lesquelles un petit nombre d'espèces seulement est déterminable (1). **A Pouilly en Auxois.**

(1) M. Brongniart, qui a bien voulu s'occuper de cette détermination sur les échantillons que j'ai recueillis sur



Chaux hydrauliques.

Il résulte des observations de M. Lacordaire que toutes les couches de calcaire marneux qui avoisinent les couches à gryphées arquées donnent des chaux hydrauliques plus ou moins énergiques, dont il fait un emploi avantageux dans les travaux du canal, emploi qui a lieu également dans les travaux du canal du centre ou du Charolais. On sait qu'aux environs de Metz et dans le département des Ardennes, on fait aussi de la chaux hydraulique avec les calcaires de ce terrain (1) : il y a donc lieu de croire que les mêmes

---

les lieux, ou qui m'ont été envoyés par M. Lacordaire, a reconnu les espèces suivantes :

Ammonites amaltheus (Schlott.).

Ammonites annulatus (Sow.), semblable à celui de Saint-Cyr-au-Mont-d'Or, près Lyon.

Ammonites fimbriatus (?) (Sow.).

Ammonites capricornis (Schlott.).

Ammonites discus (Sow.).

Moule intérieur d'un *Turbo* ou d'un *Pleuronectaire*, semblable à une espèce du cap La Hève, près le Hâvre.

Cyrrhus..... (Sow.), voisin du *Trochus cyrrhoïdes* (Brongn.) de la glauconie crayeuse.

Pecten lens (Sow.).

Plagiostoma punctatum (Sow.).

Plagiostoma rigidum (Sow.). Je ne puis assurer si ce fossile provient des couches du calcaire à gryphites, ou de celles de la seconde formation marneuse située plus haut.

Mya intermedia (Sow.).

Lutraria Jurassi (Brong.).

Terebratula lævicosta (?) (Lam.).

Terebratula navicula (Schlott.).

Terebratula numismalis (Lam.). Plusieurs espèces paraissent avoir été confondues sous ce nom.

Moule intérieur du *Sanguinolaria Hollowaysii* (?). (Sow.). Coquille rare des environs de Bassano, indiquée comme appartenant là au terrain de Molasse (?).

(1) V. *Bulletin de la Société philomatique* d'octobre et de décembre 1826.

calcaires présenteront par-tout cette propriété importante pour l'industrie (1). On peut remarquer qu'à Pouilly, comme dans les Ardennes, la chaux des couches qui contiennent le plus abondamment la coquille caractéristique de la formation ne possède pas, ou presque pas, la propriété hydraulique qui se présente, avec un assez grand degré d'intensité, dans celle de presque toutes les autres couches calcaires du même terrain, ainsi que dans celles des terrains marneux immédiatement inférieur et supérieur.

Le calcaire à gryphées s'enfonce vers l'est.

A l'est de la montagne de Pouilly, le calcaire à gryphées se retrouve encore formant le sol de la vallée de Comarain et de Vandenesse, qui verse ses eaux dans l'Ouche; mais un peu plus loin, il s'enfonce pour ne plus reparaître, comme aux environs de Sombernon.

Vers le sud son niveau s'élève.

En s'avançant vers le sud, on observe que les terrains primordiaux s'étendent davantage du côté de l'est, et que le sol devient en général plus montueux. Il résulte de ces deux circonstances que le calcaire à gryphées, au lieu de former, au pied des montagnes, le sol de plateaux bas, mais étendus, comme dans l'Auxois, ne se présente plus que par lambeaux épars, placés quelquefois à une assez grande hauteur. C'est ainsi qu'en allant d'Arnay-le-Duc vers le sud-est, sur la route de Lyon, on voit le niveau de ce calcaire s'élever de plus en plus; qu'on le trouve, à Yvry, formant le sol d'un col assez élevé, où il plonge à l'est, sous les calcaires blancs de la haute chaîne qui traverse la Bourgogne du nord au midi; et que plus au sud, à Changey, il se montre jus-

(1) V., plus haut, la note de la page 395.

qu'au sommet de cette chaîne, dans la composition de laquelle, en s'avançant encore vers le sud, on n'observe bientôt presque plus que des terrains cristallins primordiaux.

Il forme des îlots épars au milieu du sol primordial. Curgy.

A l'est du faîte de la chaîne, le calcaire à gryphées se présente alors, comme dans l'Auxois, à la surface du sol, en dépôts étendus, superposé aux marnes et aux arkoses. C'est ainsi qu'il recouvre la couche de mine de fer de Chalancey, le terrain gypseux de Saint-Léger et Decise, etc.; mais au milieu des terrains primordiaux, aux environs d'Autun, ce calcaire ne forme plus que quelques îlots épars. L'un d'eux, situé près de Curgy, à l'est d'Autun, est remarquable par la hauteur à laquelle le calcaire à gryphées se trouve comme porté; tandis qu'un autre îlot de même nature, près de Reunchy et de Brion, au sud-ouest

Reunchy.

d'Autun, se montre au contraire dans un enfoncement profond, et resserré entre les montagnes granitiques. Au reste, dans l'un comme dans l'autre cas, les relations géognostiques du calcaire à gryphées se présentent avec constance: toujours il recouvre la lumachelle et les marnes qui recouvrent l'arkose. (J'ai déjà dit qu'à Curgy cette arkose, placée sous le calcaire, semblait bien être superposée au terrain houiller, mais que je n'avais aucune certitude relativement à la détermination précise de ce dernier terrain.) Une circons-

Argile avec chaux phosphatée, sur le calcaire à gryphites.

tance qui m'a semblé plus remarquable encore, c'est la présence, sur le calcaire à gryphées de Curgy, et en filons dans ce calcaire, de la couche d'argile brune, avec minérai de fer en grain et nodules de chaux phosphatée terreuse, que j'ai signalée avec la même position géognostique

près de Saint-Thibaud en Auxois (1). Dans cette dernière localité, elle se trouve à la surface d'une plaine entourée de collines assez élevées, d'où on peut concevoir que l'argile et ce qu'elle contient aient été amenés; tandis qu'à Curgy cette couche est placée au sommet d'un mamelon plus élevé que tout ce qui l'environne, fait qui peut sembler difficile à expliquer, à moins qu'on ne veuille recourir à une hypothèse de soulèvement, à laquelle la position du calcaire de Curgy, considérée seule, pourrait déjà conduire.

Au reste, la superposition immédiate au calcaire à gryphées, dans les localités où ce terrain forme la surface du sol, d'une couche d'argile brune, avec minérais de fer en grain et nodules plus ou moins abondans de chaux phosphatée terreuse, est encore un fait qui s'est présenté à mes observations, avec une constance plus surprenante sans doute que ne peut l'être la constance de superposition géognostique de terrains qui se suivent dans l'ordre général des formations.

A quelques lieues au midi d'Autun, les montagnes primordiales se séparent en deux rameaux, courant l'un et l'autre vers le sud, entre lesquels la partie basse du Charolais est recouverte de Charolais.
terrains secondaires. J'ai suivi la lisière orientale de ces derniers terrains, sur la pente du rameau le plus élevé, de Génelard à Charolles, à La Clayte et à Châteauneuf, et par-tout j'ai vu le calcaire à gryphées présenter à l'observation les mêmes faits

(1) V. *Annales des Mines*, tome X, page 235, et *Bulletin des sciences*, par la Société philomatique, année 1825, page 54.

et les mêmes circonstances que dans le nord de la Bourgogne. Je l'ai retrouvé par-tout à la même place géognostique, et même dans les localités où l'on m'assurait qu'il n'existait pas, par exemple à Châteauneuf, où l'on ne connaît, comme *pierre à chaux*, que les calcaires à entroques exploités sur le sommet de la montagne des bois d'Avaise, et où le calcaire à gryphées forme cependant des couches minces, au-dessus du terrain de marnes et de lumachelle.

Châteauneuf

Minérai de plomb dans le calcaire à gryphites.

Le minérai de plomb sulfuré, disséminé en veinules dans l'arkose de plusieurs localités du Charolais, se retrouve aussi quelquefois jusque dans le calcaire à gryphites.

Argile avec chaux phosphatée.

La couche d'argile brune, avec minérais de fer et chaux phosphatée terreuse, recouvre aussi ce calcaire dans le Charolais, par-tout où il forme le sol. Auprès de Charolles, le calcaire à gryphites renferme lui-même des nodules blanchâtres, qui paraissent quelquefois remplir la place de fossiles, et qui contiennent peut-être aussi de la chaux phosphatée.

La Clayte.

Auprès de La Clayte et du château de Drée, le calcaire à gryphites se montre superposé aux marnes et aux arkoses qui recouvrent le pied de la pente occidentale des montagnes granitiques.

Tramaye.

En traversant la chaîne primordiale, de La Clayte à Mâcon, on trouve à Tramaye, dans le fond d'une vallée, un dépôt de calcaire à gryphites, également superposé à l'arkose et aux marnes, et en partie recouvert lui-même par des terrains jurassiques. Ce calcaire, qui est exploité dans plusieurs carrières, contient, comme celui de Charolles, des nodules d'un gris blanchâtre, dont quelques-uns remplissent l'intérieur des coquilles, comme je

J'ai remarqué pour les nodules de chaux phosphatée de l'Auxois (1). Il est recouvert par une argile brune, un peu ferrifère, laquelle renferme d'autres nodules assez gros, d'un blanc jaunâtre, à cassure terreuse, qui sont presque entièrement composés de silice, et proviennent sans doute des silex du calcaire à entroques.

Les pentes orientales des divers rameaux de cette chaîne sont en général plus rapides que les pentes occidentales. En sortant de la chaîne vers l'est et descendant à *Pierre-Claud*, on observe, près du pied de la montagne, comme du côté du Charolais, des couches d'arkose arénacée appuyées sur les porphyres, puis des couches marneuses et des couches de calcaire à gryphées, le tout à *niveau décroissant* (2). Mais plus loin, en face de la chaîne, s'élèvent d'autres montagnes, formées de terrains jurassiques, qui présentent aussi de ce côté une pente rapide, et qui montrent les tranches de leurs couches relevées vers les montagnes anciennes, tandis que leur pente orientale s'abaisse lentement, dans le sens du plan des couches, vers la vallée de la Saône. Cette position, en regard l'une de l'autre, des deux pentes escarpées des montagnes primordiales et calcaires, pentes dont l'écartement semble être l'effet d'une cause violente, me paraît un fait remarquable. Mais il est à remarquer aussi que, considéré relativement à la nature des terrains, le phénomène de séparation ne commence qu'avec les terrains supérieurs au calcaire à gryphites;

Pierre-Claud

Montagnes jurassiques, en face de la chaîne primordiale.

(1) *Bulletin des sciences*, 1825, page 55.

(2) Voyez Pl. IX, *fig.* 1re.

Le calcaire à gryphées reste sur la pente primordiale.

tandis qu'au contraire ce calcaire, ainsi que les marnes et l'arkose qu'il recouvre, se trouve encore sur la pente primordiale, et que cet ensemble paraît ainsi, par son allure, avoir en quelque sorte plus de liaison avec les terrains primordiaux qu'avec les terrains jurassiques. Cette circonstance, que j'avais remarquée sous une autre forme dans les plateaux de l'Auxois, me semble venir assez fortement à l'appui de la distinction que M. Charbaut a établie et que j'ai adoptée, en regardant comme deux formations distinctes, d'une part, le calcaire à gryphites réuni aux terrains qui sont situés au-dessous de lui, ou aux marnes irisées; et, d'autre part, les marnes brunes et les calcaires blancs qui le recouvrent.

Dardilly.

J'ai observé le calcaire à gryphées jusqu'aux environs de Lyon. A Dardilly, il forme des bancs peu épais et très-nombreux, dont les supérieurs, de couleur rougeâtre, renferment beaucoup de Bélemnites. Il repose là sur les marnes et sur l'arkose, qui, dans le village même de Dardilly, est superposée au granite. Auprès de Limonest, un autre exemple de la constance de la succession des terrains se présente d'une manière assez remarquable pour mériter quelques détails. A Limonest, l'arkose arénacée s'appuie sur le granite, et elle plonge vers l'est dans la montagne. En tournant cette montagne, sur la pente d'une vallée profonde qui monte vers le château de *La Barollière*, on trouve bientôt des escarpemens de calcaire à gryphées superposé à l'arkose, en couches plongeant à l'est, et présentant leurs tranches inférieures sur le flanc ouest d'un vallon latéral assez élevé, où elles sont exploitées dans de grandes carrières. De l'autre côté du même vallon,

Limonest : Exemple de la constance de la succession des terrains.

et en face de ces escarpemens de calcaire à gryphées, se montre un autre escarpement, formé de couches de calcaire à entroques, plongeant aussi vers l'est, c'est-à-dire dans la montagne qui continue de s'élever. Mais derrière le château et à quelques pas seulement du calcaire à entroques, le granite reparaît en rochers à peine saillans hors de terre. Étonné de rencontrer ce qui semblait indiquer une superposition immédiate du calcaire à entroques au granite, j'ai examiné le sol autour des rochers, et j'y ai retrouvé, en couches minces, et l'arkose et le calcaire à gryphées, et même les marnes de la seconde formation marneuse (1). Ainsi la constance de la nature se manifeste, même dans un lieu où il semblerait que, faute d'espace, l'ordre des formations devrait être interverti, et à plus de 50 lieues de distance des localités où cet ordre de formations a été observé d'abord.

Apparition du granite entre les escarpemens calcaires.

Les circonstances de cette localité sont également frappantes sous un autre rapport : l'apparition du granite à la surface du sol, entre les deux escarpemens formés par deux calcaires d'âge différent, et à l'entrée d'un vallon singulier qui semble être le produit de la rupture des couches qui l'encaissent, rappelle les phénomènes sur lesquels j'ai appelé l'attention dans mon premier mémoire, relativement à la disposition des calcaires secondaires autour des noyaux de terrains cristallins, et éveille encore ici les idées de

(1) Voyez Pl. IX, *fig.* 2. M. Thibaud, ingénieur des mines, qui dirigeait alors (en 1826) les mines de Chessy, et qui avait bien voulu me conduire de Chessy à Limonest, pour y observer la superposition des calcaires jurassiques au granite, a reconnu avec moi le fait que je décris ici.

soulèvement, avec lesquelles il peut paraître si facile d'expliquer cette disposition.

Chessy : Arkose dans le calcaire à gryphées.

A Chessy (Rhône), le calcaire à gryphites est superposé à un terrain de marnes et de calcaires blanchâtres, dont j'ai parlé plus haut. Il renferme, en bancs subordonnés, une arkose arénacée assez semblable aux arkoses du terrain inférieur. Ce fait présente un indice de plus en faveur de l'union du calcaire à gryphées avec les terrains qui sont au-dessous de lui, et il me paraît d'autant plus remarquable, que je n'ai retrouvé nulle part d'*arkose* (ou de *grès* qu'on puisse désigner ainsi) à un niveau géognostique supérieur à celui du calcaire à gryphées arquées.

Nivernais.

En Nivernais, j'ai reconnu dans beaucoup de localités le calcaire à gryphées superposé au terrain de marnes et lumachelle, et présentant les mêmes circonstances géognostiques qu'en Bourgogne. Aux environs de La Colancelle et de Baye, il forme de petites assises nombreuses, séparées par des lits plus minces de marne argileuse noire et feuilletée (1). Cet ensemble de couches, reposant sur les marnes rouges et vertes, et recouvert seulement par l'argile brunâtre mélangée de grains de minérai de fer, qui accompagne le calcaire à gryphées à peu près par-tout où les formations supérieures manquent, présente une inclinaison générale de 4 à 5 sur 100, vers l'ouest-sud-ouest. Mais de nombreuses failles, qui traversent toute la formation, et qui pénètrent jusque dans l'arkose et le porphyre, ont produit dans l'allure des couches des dérangemens souvent considérables, sans doute

La Colancelle.

(1) Voyez Pl. XI.

par suite de glissemens qui ont eu lieu du côté du toit des failles (1). L'un de ces glissemens occasione une différence de niveau de plus de 16 mètres, dans les deux portions des mêmes couches, ainsi qu'on le voit sur la coupe de la Planche XI. La faille représentée sur cette coupe a été mise à découvert, pour les travaux du canal, jusqu'à la profondeur désignée par le point N, et on a reconnu, sur toute la hauteur M N, que les couches du côté de l'ouest, ou au *mur* de la faille, sont bouleversées; tandis que le *toit* de la faille présente une surface unie et lisse, produite sans doute par le frottement du *glissement*. La même différence se remarque entre les deux parois de chacune des failles de la montagne de La Colancelle.

---

(1) Il est remarquable, en effet, que, dans les *rejets* ou *sauts* que produisent les failles, les fentes ou les filons, l'*abaissement* des couches a lieu en général, peut-être même toujours, du côté du toit de la faille, et le *relèvement* du côté du mur. M. Schmitz a fait observer, dans son ouvrage *Sur les dérangemens des filons*, que la constance de cette disposition, et l'effet qui en résulte, lors du croisement de deux filons inclinés dans le même sens (ce qui est le cas le plus fréquent), expliquent le principe pratique des mineurs, qu'il faut chercher le filon rejeté, du côté de l'*angle obtus* que forme avec lui le filon croiseur. Quoi qu'il en soit, ce fait semble bien indiquer un *glissement*, produit par l'effet de la pesanteur, sur un plan incliné, et on ne peut se dissimuler qu'il est peu favorable aux théories de *soulèvement* par une force expansive agissant dans l'intérieur, théories avec lesquelles on est disposé à expliquer aujourd'hui beaucoup de phénomènes géologiques, puisqu'il semble que ce soulèvement, s'il avait eu lieu, aurait dû produire l'effet contraire, en élevant davantage la masse qui lui offrait le moins de résistance, c'est-à-dire celle du toit de la scissure.

La partie souterraine du biez de partage du canal de Nivernais, qui traverse la colline de La Colancelle, sur 700 mètres de longueur, est percée à travers le calcaire à gryphites et les marnes argileuses sur lesquelles il repose, et se trouve alternativement dans l'un et l'autre de ces deux terrains, par suite des effets des failles. Ces bouleversemens intérieurs peuvent contribuer, autant que la nature des marnes, aux éboulemens fréquens et toujours imminens, qui rendent si difficiles les travaux du souterrain de La Colancelle. Au sortir de la montagne, le biez de partage se poursuit du côté du sud-ouest, dans les mêmes terrains; mais vers le nord-est, par suite du relèvement général des couches de ce côté, il pénètre dans les terrains inférieurs, et est creusé pendant quelque temps dans l'arkose et le porphyre, dont j'ai indiqué ci-dessus les relations de gisement.

§ IV. Seconde formation marneuse (marnes brunes).

La couleur, toujours foncée et souvent brunâtre, des couches marneuses de ce terrain me porte à proposer de le désigner sous le nom de *Marnes brunes*, dénomination qui indique assez bien l'aspect général des pentes formées par les marnes (quoique dans beaucoup de localités les roches marneuses soient plutôt noirâtres dans les parties qui n'ont pas éprouvé d'altération), qui a d'ailleurs l'avantage de ne point indiquer (comme le premier nom) un *numéro* de formation qui peut induire en erreur, et qui présente en outre une opposition, assez bien motivée, avec le nom de *Marnes irisées*, qu'on a donné

à la formation marneuse inférieure au calcaire à gryphées.

J'aurai peu de chose à ajouter ici à ce que j'ai dit de ces marnes brunes dans mon premier Mémoire : j'en ai retrouvé les traces par-tout au-dessous des *calcaires blancs ;* mais souvent les tranches des couches marneuses sont cachées : presque par-tout aussi, dans le midi de la Bourgogne, cette formation paraît réduite à une épaisseur très-faible, comparativement à celle qu'elle présente dans l'Auxois.

Souvent on n'en voit que des traces.

A Pouilly, M. Lacordaire a reconnu que cette épaisseur était de 93 mètres, et presque entièrement composée de marnes argileuses feuilletées, d'un gris bleuâtre ou brunâtre. Il n'y a pas trouvé les couches de *grès* ou *cos*, indiquées par M. Leschevin, et que j'y avais aussi inutilement cherchées, grès (ou arkoses) qui me paraissent cesser avec le calcaire à gryphées, ainsi que je viens de le dire. On y observe seulement un petit nombre de couches calcaires, parmi lesquelles le *calcaire noduleux* de M. Leschevin, très-ferrugineux et très-coquiller, se trouve un peu au-dessus de la moitié de l'épaisseur totale de la formation. Quelquefois la roche de ces couches renferme une proportion de fer telle, qu'elle paraîtrait susceptible d'être traitée comme minérai. Les *Huîtres*, les *Peignes*, les *Cames*, les *Bélemnites*, etc., etc., abondent dans ce calcaire ainsi que dans quelques-unes des couches marneuses (1), dont un grand nombre est

Développée à Pouilly en Auxois.

Couches calcaires.

(1) Voy., dans mon premier Mémoire, l'indication des fossiles de ce terrain. Parmi ceux que j'ai recueillis depuis à Pouilly, M. Brongniart a déterminé : le *Pecten*

au contraire dépourvu de fossiles. Quelques mètres plus haut que le *calcaire noduleux*, trois couches peu épaisses de calcaire marneux gris, non coquiller, disposé soit en bancs continus, soit en grands rognons aplatis, enveloppés par les feuillets de la marne argileuse, sont remarquables en ce qu'elles donnent une chaux éminemment hydraulique, et même un *plâtre-ciment* de bonne qualité, quoique moins énergique que celui des couches que j'ai signalées dans le terrain des marnes inférieures. Il paraîtrait que ces couches calcaires se présentent toujours, et à la même place, dans la seconde formation marneuse. Leur dureté, plus grande que celle des autres couches du terrain, détermine ordinairement, vers le milieu des pentes marneuses, une sorte d'escarpement surmonté par un petit plateau, ou au moins un changement d'inclinaison très sensible de la pente. Souvent même la partie supérieure de la formation n'existe pas, et les couches calcaires à chaux hydraulique forment alors le plateau du sommet de collines distinctes, au milieu des autres collines plus élevées, qui, renfermant la formation tout entière, sont couronnées par le calcaire à entroques. J'ai reconnu la constance de cette double disposition jusqu'aux environs de Langres, et sur le flanc même

Chaux hydraulique et plâtre-ciment.

equivalvis (Sow.); une petite *Plicatula* différente de la *Pl. spinosa*, avec laquelle on l'a confondue; la *Gryphæa cymbium* (Lam.), variété très-large (*Gryphæa dilatata* de quelques auteurs); le *Plagiostoma rigidum* (Sow.) (j'ai dit plus haut que je ne pouvais affirmer que ce fossile provînt des *marnes brunes,* plutôt que des couches marneuses du *calcaire à gryphées arquées*); enfin, le *Turbo carinatus* (Sow.).

de la montagne au sommet de laquelle cette ville est située. Je suis donc porté à penser que des couches semblables, par leur nature et par les propriétés de leur chaux, se retrouveront ailleurs dans les terrains de la même formation(1).

Autres localités : circonstances diverses.

Au sud-est de Pouilly, près de Vandenesse, les couches des marnes brunes s'enfoncent vers l'est, peu après celles du calcaire à gryphites, sous les *calcaires blancs* qui constituent le sol de la vallée d'Ouche et des montagnes qui l'encaissent. Plus au midi, ce terrain disparaît aussi presque entièrement, mais par une cause en quelque sorte opposée ; c'est-à-dire parce que les terrains primordiaux se relèvent et se rapprochent du sol. Il semble, en effet, en Bourgogne, que la formation des marnes brunes n'a pu se développer que lorsque le calcaire à gryphites, sur lequel elle s'est déposée, lui offrait un sol à-peu-près uni, et non affecté par la configuration tourmentée du sol primordial. Ainsi, on n'en retrouve que des indices dans l'Autunois et dans la partie du Charolais que j'ai parcourue; mais enfin ces indices se retrouvent lorsqu'on les cherche avec quelque soin, ainsi que je l'ai reconnu dans un assez grand nombre de localités. Il me paraît résulter de cette double observation la probabilité qu'à l'époque du dépôt des marnes brunes, le sol avait déjà éprouvé au moins une partie des bouleversemens qui ont influé sur sa configuration actuelle, et si l'on rapproche cette conséquence d'une indication différente qu'on peut tirer, relativement au calcaire à gryphées, des circonstances de gisement de ce calcaire, soit

Ce terrain doit être séparé du calcaire à gryphées.

(1) Voyez, ci-dessus, la note de la page 395.

à la pointe du Morvan, soit dans les diverses localités indiquées ci-dessus, on sera peut-être conduit à admettre comme probable qu'un bouleversement, produit par une cause quelconque, a eu lieu entre le dépôt du calcaire à gryphées et celui des marnes brunes, ainsi que M. Charbaut l'a établi, pour le Jura, d'après des différences de stratification, et par conséquent que ces deux terrains ne doivent pas être considérés comme faisant partie d'une même formation géognostique, opinion que j'ai déjà exprimée plusieurs fois.

Montagnes à l'est de la chaîne primordiale.

A l'est de la chaîne primordiale du midi de la Bourgogne, l'aspect des pentes des montagnes calcaires du Mâconnais, dont j'ai fait mention tout-à-l'heure à l'occasion du calcaire à gryphites, suffit pour faire voir que la seconde formation marneuse constitue ces pentes sur une assez grande hauteur. On y remarque, à mi-côte, le petit escarpement, ou l'inclinaison rapide, occasionée par les tranches des couches calcaires intercalées. Lorsqu'on considère cet aspect, du sommet de la montagne primordiale située à l'ouest de *Pierre-Claud*, il semble que la chaîne calcaire est double, c'est-à-dire qu'une seconde montagne se montre derrière la première, aussi avec une inclinaison rapide vers l'ouest, plus rapide vers le milieu de la pente, au sommet de laquelle est un escarpement, et une pente douce vers l'est dans le sens du plan des couches, le tout comme sur la première montagne. Mais, de plus bas, cet aspect change, et comme je n'ai vu de près qu'une de ces chaînes calcaires, je me borne à en représenter une sur le croquis de la figure 1, Pl. IX.

A quelle

Les géologues anglais comprennent dans le

Lias, comme partie supérieure de cette formation, une grande épaisseur de couches marneuses de couleur foncée, auxquelles on peut être tenté de regarder nos *marnes brunes* comme analogues. J'ai dit et répété que je ne pouvais considérer ce dernier terrain comme appartenant à la même formation que le calcaire à gryphées arquées (qui correspond bien à la partie inférieure du *Lias*), et qu'il me paraissait au contraire être en liaison avec les *calcaires blancs*, ou calcaires de la *série oolithique* des Anglais, particulièrement avec le *calcaire à Entroques*, qui forme en Bourgogne le premier terme de cette série. Les géologues anglais admettent, comme intercalés dans les terrains oolithiques, plusieurs terrains marneux, dont les principaux sont désignés par eux sous les noms de *Fullers-Earth*, *Bradford-Clay*, *Oxford-Clay* et *Kimmeridge-Clay* : je n'ai point visité les localités d'après la constitution desquelles ces divers terrains ont été déterminés ; les indications des fossiles qui leur appartiennent, telles qu'elles sont exprimées, soit dans l'ouvrage de M. Conybeare, soit dans le tableau géognostique de M. de la Bèche, ne me fournissent, par leur comparaison avec ce que j'ai vu dans la *seconde formation marneuse* de Bourgogne, aucun point de repère assez certain pour déterminer une similitude. Je suis même disposé à croire qu'en général il ne faut pas vouloir trouver de semblables analogies, dans des localités éloignées l'une de l'autre, entre les *détails* ou les *subdivisions* des grandes formations géognostiques, et qu'ainsi, par exemple, on retrouvera difficilement dans les divers *étages* de nos terrains jurassiques toutes les sections de la *série oolithique* anglaise. Je me bornerai donc à faire

formation peut-on rapporter les marnes brunes ?

observer que M. de la Bèche indique la *Gryphæa dilatata* comme fossile caractéristique de l'*Oxford-Clay*, et que cette même coquille (ou la variété de *Gryphæa cymbium* (Lam.), qu'on a désignée sous ce nom), ainsi que les autres variétés de *Gryphæa cymbium*, ne se sont présentées à moi que dans le terrain des *marnes brunes*. Si des observations ultérieures, venant à l'appui de celle-ci, portaient à admettre un tel rapprochement, ainsi que celui de notre *calcaire à Entroques* avec le *Coral Rag*, il faudrait en conclure que la partie inférieure de la *série oolithique* des terrains d'Angleterre manque dans la série des formations qui sont superposées à l'arkose, sur la pente orientale du groupe central de la France.

§ V. Terrains de calcaire blanc.

Près des terrains primordiaux, calcaire à entroques, seul.

Il en est, jusqu'à un certain point, des *calcaires blancs* comme des marnes brunes : dans les contrées où le terrain primordial forme une partie du sol, et a une influence sensible sur la configuration du reste de la surface, leur formation est moins développée, au moins relativement à la diversité des terrains qui la composent; et quand cette formation existe, elle ne se compose guère que de sa partie inférieure, c'est à dire du *calcaire à entroques*, le seul des calcaires blancs que j'aie rencontrés dans les parties du Charolais et du Lyonnais que j'ai parcourues. Il y constitue des masses assez considérables, exploitées dans de grandes carrières, près de Charolles, près de Châteauneuf, près de Chessy, etc. Dans cette dernière localité, plusieurs couches du calcaire à entroques renferment en abondance des rognons aplatis de silex. De cette circonstance et

Charolais et Lyonnais.

Rognons de silex.

de la destruction d'une portion des couches calcaires, résulte sans doute l'immense quantité de cailloux de silex peu arrondis qui couvrent les plateaux et les pentes de toutes les montagnes de calcaire à entroques du pays. Ce terrain renferme en outre des rognons et des veinules de minérai de fer.

Les bancs supérieurs du calcaire ne contiennent que peu ou point d'entroques visibles, mais beaucoup de coquilles, parmi lesquelles les échantillons que j'ai recueillis ne présentent point d'espèces déterminables.

J'ai déjà cité l'escarpement de calcaire à entroques du château de La Barollière, près Limonest, escarpement au pied duquel paraît un rocher de granite. J'ai dit qu'en observant avec soin le sol autour de ce rocher, j'avais retrouvé, entre le granite et le calcaire à entroques, des couches très-minces d'arkose, de calcaire à gryphées et de marnes, exemple remarquable de la constance que présente la série des formations. Limonest.

Ce n'est que dans le nord de la Bourgogne que j'ai vu la série des divers calcaires blancs, qui paraît se présenter avec un développement d'autant plus grand vers l'E., vers le N. et vers l'O. à mesure qu'on s'éloigne du sol primordial du Morvan. Autour de Pouilly en Auxois, les plateaux supérieurs des montagnes les plus élevées sont formés de calcaire à entroques, qui se présente en escarpemens verticaux, au sommet des pentes marneuses. A la juxtaposition des deux terrains est le niveau de presque toutes les sources du pays: plusieurs de ces sources, abondantes comme le sont fréquemment celles des terrains jurassiques, ont formé, dans les vallées où elles s'écoulent et au milieu Nord de la Bourgogne: série des calcaires blancs. Pouilly en Auxois. Calcaire à entroques.

des terres meubles qui recouvrent la partie inférieure des pentes, des dépôts de tuf calcaire plus ou moins considérables (1).

Dépôts de tuf.

Le calcaire à entroques des montagnes qui encaissent la vallée de Baume, près et à l'est de Pouilly, a 21 mètres d'épaisseur, et M. Lacordaire y a reconnu onze couches différentes, séparées par des lits minces de marne argileuse, ainsi qu'on le voit sur la coupe de la Pl. X, et en général diminuant d'épaisseur à mesure qu'elles s'élèvent. Ce calcaire est ordinairement sublamellaire, et quelquefois tout à fait analogue, dans sa cassure, aux marbres dits *salins* des terrains primordiaux. Sa couleur varie du blanc au rouge, au jaune, au gris, au bleuâtre; la grosseur de son grain est aussi fort variable: quand elle diminue beaucoup, la roche passe à la cassure inégale et raboteuse; quelquefois elle montre aussi une texture un peu oolithique; mais deux de ses couches, placées l'une à la partie tout à fait inférieure du terrain, l'autre à peu près au milieu de son épaisseur, présentent une texture com-

Ses variétés.

(1) M. l'ingénieur Lacordaire, qui a fait cette observation, en a tiré un parti avantageux aux travaux qu'il dirige, en faisant exploiter le tuf de la vallée de Baume. Les masses un peu volumineuses de ce tuf sont taillées, et donnent des pierres de construction précieuses par leur légèreté. Les parties en petits grains, séparées par le lavage de la terre à laquelle elles sont mélangées, forment alors un *sable calcaire*, qui, mêlé avec la chaux des calcaires de Pouilly, donne de très-bons mortiers hydrauliques, pour la fabrication desquels il fallait autrefois aller chercher des graviers granitiques, à plusieurs lieues de distance. On a trouvé, au milieu du tuf de la vallée de Baume, les ruines d'une maison romaine, renfermant deux vases remplis de médailles.

Calcaire conchoïde dans le calcaire à entroques.

pacte et serrée, une cassure unie, un peu esquilleuse, et sont tout-à-fait semblables au *calcaire conchoïde*, supérieur au calcaire oolithique. Je n'avais pas signalé ce fait d'une manière assez explicite dans mon premier Mémoire, en indiquant brièvement *des couches dures de calcaire gris veiné de rougeâtre, qui, alternant avec des marnes très-feuilletées, semblent former un passage* du terrain marneux au terrain de calcaire à entroques. Mais le fait est beaucoup plus frappant à Pouilly que dans les localités que j'avais visitées d'abord. Je rapprocherai de ce fait la liaison immédiate que j'ai indiquée entre le *calcaire à entroques* et le *Calcaire conchoïde*, au sommet de la montagne de Vitteaux, liaison qui s'est présentée à moi depuis dans plusieurs autres lieux. J'en conclurai qu'il faut reconnaître un *calcaire conchoïde* comme faisant partie du terrain de *calcaire à entroques*, c'est-à-dire comme appartenant certainement au *premier étage* des calcaires blancs, ainsi que je le dirai tout-à-l'heure.

Ce calcaire conchoïde contient, comme celui du terrain supérieur, beaucoup de veinules de chaux carbonatée brunissante ou ferrifère, quelquefois terreuse; la coquille dont les empreintes s'y présentent le plus fréquemment, est très-analogue au *Pecten equicostatus* (Sow.). La couche qui se trouve à la partie moyenne de la formation renferme, en outre, de très-nombreux polypiers, reconnaissables surtout sur la surface altérée de quelques-unes des assises dont cette couche se compose, mais que l'on voit pénétrer dans l'intérieur de ces assises, qui en sont peut-être entièrement formées(1).

Polypiers.

(1) Parmi ces polypiers, M. Brongniart a reconnu deux

Autres fossiles. Dans les autres parties du terrain, les *Entroques* sont surtout reconnaissables dans les couches inférieures, dont elles constituent visiblement presque toute la masse ; la pâte qui les réunit est quelquefois, par suite de l'altération, très-colorée et presque terreuse. On observe aussi dans cette roche de très nombreuses pointes d'oursin, qui paraissent appartenir au genre *Cydaris*.

Dans les couches supérieures, les entroques sont en général moins visibles, et quelquefois elles semblent disparaître tout-à-fait.

Les autres fossiles que j'ai reconnus dans ce calcaire, ou qui y sont indiqués par M. Lacordaire, sont des *Huîtres*, des *Peignes*, des *Cames*, des *Térébratules* (*Terebratula media*) (Sow.), des *Plicatules*, des *Turbos*, des *Nautiles* et *Ammonites* d'un volume considérable, etc.

Silex. Dans la partie supérieure du terrain, et au niveau indiqué sur la coupe, on observe de nombreux rognons de silex, à formes bizarres et variées, et dont la partie extérieure est souvent blanchâtre et terreuse. Au dessus, la couche indiquée comme de couleur bleuâtre ou bigarrée, présente en effet des alternations de bleuâtre et de jaunâtre, qui lui donnent quelquefois un aspect semblable à celui des roches du Boulonnais, mélange de calcaire et de silice (*faux grès* de Monnet), que j'ai désignées sous le nom de *grès spathique*. Ailleurs les rognons de silex s'aplatissent et s'étendent, de manière à former presque des assises continues : ils semblent alors se fondre dans la masse de la couche qui les en-

---

espèces d'*Astrea*, dont l'*Astrea favosa* (?) (Lam.), et une *Caryophyllée* indéterminable.

veloppe, et à laquelle ils passent insensiblement par un mélange de silice et de calcaire. Ce passage peut être bien observé dans la carrière de Gissey-le-Vieil, à deux lieues au nord-nord-ouest de Pouilly. On y voit aussi, entre les assises qui renferment les silex, de petits lits de marnes très siliceuses feuilletées. Un peu au sud-ouest de cette carrière, les couches siliceuses affleurent sur le plateau du sommet de la montagne, qui se couvre alors d'une multitude de cailloux de silex, comme les plateaux calcaires des environs de Chessy.

Le calcaire à entroques de Pouilly ne donne que de la chaux grasse; mais il fournit d'excellens matériaux de construction et des pierres de taille de grande dimension, qu'on exploite sur les escarpemens pittoresques de la vallée de Baume, et dont on fait un usage avantageux dans les travaux du souterrain. La couche tout-à-fait supérieure de ce terrain se délite en plaques minces, et elle est exploitée, sous le nom de *lave*, pour les toitures. Elle renferme les mêmes fossiles que les couches précédentes.

Allure des couches du calcaire à entroques.

Les couches des escarpemens qui encaissent la vallée de Baume s'infléchissent à partir de la naissance de ce vallon dans le sens de son cours, c'est à dire vers le sud-ouest, et ensuite dans un sens opposé, de manière à présenter leurs tranches relevées vers la vallée de l'Armançon. Leur disposition générale paraît ainsi être voisine de l'horizontalité. Cependant on peut reconnaître que l'ensemble du terrain monte un peu vers l'ouest, ou vers le Morvan, comme le font tous les terrains de l'Auxois. C'est par suite de ce relèvement que les couches à silex de l'escarpe-

ment de Gissey-le-Vieil présentent leurs affleuremens sur le plateau situé à l'ouest de ce village.

Tertres de calcaire blanc-jaunâtre marneux.

Sur les plateaux que constitue le calcaire à entroques, autour de Pouilly, s'élèvent, de distance en distance, comme auprès d'Avalon (1), des tertres de 15 à 20 mètres de hauteur, qu'on désigne sous le nom de *hauteaux*, et dont le sol présente une couleur jaunâtre, beaucoup plus claire que celle du sol inférieur. Ces *hauteaux* sont formés, à leur pied, de marne argileuse et calcaire marneux, tous deux d'un gris bleuâtre, très-coquillers, renfermant surtout beaucoup de *Térébratules* et d'*Huîtres* indéterminables, et plus haut de marnes jaunâtres feuilletées (2), et de *calcaire blanc-jaunâtre marneux*, que M. Lacordaire nomme *Calcaire à Bucardes,* en raison de l'abondance avec laquelle il contient le *Cardium Protei* (Brongn.) (*Pholadomie* de Sow.). On y observe, dans ces nombreux fossiles, les trois modes différens de pétrification que j'ai indiqués pour le calcaire analogue d'Avalon, auquel il est tout-à-fait semblable (3); il est également perforé de beaucoup de trous sinueux. Dans son intérieur, on remarque aussi des sinuosités analogues, mais

(1) V. *Annales des Mines,* 1825, tome X, page 435.

(2) Parmi les nombreux fossiles des marnes bleuâtres et des marnes jaunâtres qui les recouvrent, M. Brongniart a déterminé les espèces suivantes :

Terebratula lacunosa (Schlott.),
Modiola aspera (Sow.),
Donacites Alduini (Brongn.),
Un fossile du Jura, placé précédemment par M. Brongniart dans les moules de *Lutraria,* mais non nommé.

(3) V. *Annales des Mines,* tome X, p. 436.

remplies par un calcaire ocreux friable ou tout-à-fait pulvérulent; plusieurs indices portent à penser que celles-ci, comme les premières, sont des vestiges de corps organisés entièrement indéterminables. Ce calcaire répand une odeur fétide par la percussion; il donne une chaux assez hydraulique, dont on ferait usage, si les terrains inférieurs n'en fournissaient pas des qualités plus énergiques. Dans sa partie supérieure, il passe, comme auprès d'Avalon, au *calcaire oolithique*, qui, à Pouilly même, ne se présente pas avec une texture oolithique très-prononcée, mais qu'on trouve à peu de distance vers l'est, comme nous allons le voir.

Couronnés par le calcaire oolithique.

Les marnes bleuâtres qui sont situées au dessous du calcaire blanc-jaunâtre marneux, et que je n'avais pas observées d'une manière constante dans mes premières recherches (je les ai citées seulement entre Avalon et Auxerre), présentent une circonstance intéressante. On serait porté à les regarder comme représentant les couches marneuses du *second étage* de la formation oolithique de M. Charbaut, étage que je ne croyais pas exister en Bourgogne, et auquel appartiendraient alors, avec le calcaire blanc-jaunâtre marneux, notre calcaire oolithique et le calcaire conchoïde supérieur; le calcaire à entroques formant, dans cette supposition, avec le calcaire conchoïde qui lui appartient, le sommet du premier étage, comme il constitue en effet le sommet de beaucoup de montagnes et un grand nombre de plateaux élevés. J'avais fait remarquer que le calcaire à entroques paraissait être, le plus souvent, assez distinct des autres calcaires blancs, lesquels étaient au con-

Représentent peut-être le second étage du Jura.

traire intimement unis l'un à l'autre : la distinction en deux *étages* serait un développement important de cette première observation, modifiée cependant en ce qui concerne un calcaire conchoïde. Il serait donc intéressant de chercher à vérifier la justesse de cette idée, en comparant les fossiles des couches marneuses bleues des *hauteaux* de Pouilly avec les fossiles indiqués par M. Charbaut comme appartenant aux marnes du second étage, et comme différens des fossiles de l'étage inférieur.

A l'est de Pouilly; succession des couches du calcaire à entroques.

En suivant, à partir du biez de partage, le versant oriental du canal de Bourgogne, c'est à dire la vallée qui de Créancey se dirige au sud-est, vers Vandenesse et Crugey, on voit les escarpemens de calcaire à entroques, situés d'abord au haut des pentes marneuses, s'abaisser de plus en plus assez rapidement, comme à Remilly et à Mâlain, tandis que d'autres escarpemens se montrent au sommet des montagnes, et former enfin le sol de la vallée, tellement resserrée alors par les roches calcaires, qu'il a fallu, au dessous de Crugey, entailler profondément le roc pour creuser le lit du canal. Près de là, le lit de la rivière s'enfonce un peu sous le rocher, dont l'escarpement s'avance comme un demi-arceau de voûte, et forme ce qu'on nomme la *Cave aux Fées* : la roche qui le constitue est la couche de calcaire conchoïde de la partie moyenne du terrain. Un peu plus loin, la stratification continuant à plonger vers l'est, la couche qui contient les silex arrive dans la vallée : ici, les lamelles du calcaire sont tellement petites, que sa texture est à peu près saccharoïde; sa couleur est rougeâtre; les silex, altérés presque jusqu'à leur

La Cave aux Fées.

centre, sont blancs, à cassure terreuse, happant à la langue, de formes variées et qui paraissent plus bizarres encore qu'ailleurs, en raison de la manière dont leur couleur tranche sur la teinte rougeâtre de la masse qui les enveloppe. On serait tenté quelquefois de les prendre pour des débris d'ossemens, et l'aspect général de cette roche rappelle même un peu celui de quelques brèches osseuses; mais ce rapprochement ne soutient pas l'examen.

Les parties tout à fait supérieures du calcaire à entroques présentent ici, comme ailleurs, des couches où l'on ne voit point d'entroques, et où le grain de la roche devient un peu oolithique.

Calcaire blanc-jaunâtre marneux.

En continuant de descendre la vallée vers le sud-est, on se trouve, au bois de *La Sarrée*, sur le calcaire blanc-jaunâtre marneux, qui recouvre le précédent avec la même inclinaison; mais en passant de l'un à l'autre, je n'ai point observé les couches marneuses bleues des *hauteaux* de Pouilly, couches dont l'affleurement est peut-être caché par les éboulemens et par la terre végétale. S'il en était autrement, et si ces couches marneuses manquaient réellement dans cette localité, cette circonstance diminuerait beaucoup la probabilité des rapprochemens que je viens de faire à leur sujet. Au reste, le calcaire blanc-jaunâtre marneux se présente ici tout-à-fait semblable à celui de Pouilly et d'Avallon. L'abondance avec laquelle il renferme de même le *Cardium Protei* peut lui faire appliquer le même nom de *Calcaire à Bucardes*. On y remarque en outre les mêmes fossiles, avec les mêmes variétés dans leur mode de pétrification; j'y ai observé

de plus des *Térébratules* lisses, dont la surface est semée de petits points arrondis, blancs, nombreux, qui paraissent de nature siliceuse.

Calcaire oolithique.

En approchant de la vallée d'Ouche, on voit que le *calcaire à Bucardes* passe, comme à Pouilly, au *calcaire oolithique* peu prononcé, dont quelques couches ont beaucoup d'analogie avec certaines couches du *calcaire à Entroques*. J'ai déjà eu occasion de faire observer plusieurs fois ces passages de texture de l'un à l'autre des divers calcaires blancs : je répéterai qu'on ne doit donc pas considérer les dénominations sous lesquelles je les désigne, comme exprimant leur nature d'une manière absolue, mais comme indiquant seulement pour chacun d'eux un caractère qui est propre à la plus grande partie de ses couches ; et en les considérant ainsi d'une manière générale, je puis dire que l'ordre de superposition que je leur ai assigné s'est représenté à moi d'une manière constante dans les localités que j'ai visitées, sauf la modification qui résulte de ce que le terrain de *calcaire à Entroques* renferme des couches de *calcaire conchoïde*.

Passages de texture des divers calcaires blancs.

Vallée d'Ouche.

En descendant la vallée d'Ouche, le canal suit pendant plusieurs lieues une direction qui est, à peu de chose près, celle du sud au nord, et qui dans cette contrée diffère peu de la direction des couches calcaires. Il paraît que l'inclinaison de ces couches diminue un peu en s'avançant vers le nord; car, auprès de Pont-d'Ouche, le sol de la vallée est formé par la partie inférieure du calcaire oolithique, et à partir des environs de Veuvey, on se retrouve sur le calcaire blanc-jaunâtre marneux, qui constitue même la partie inférieure des pentes des montagnes. Ce calcaire

donne ici une chaux très-hydraulique, et on l'exploite à cet effet près de Saint-Victor pour les travaux du canal. Les escarpemens qui se montrent au sommet des montagnes sont formés de calcaire oolithique, dont des blocs volumineux et nombreux couvrent les pentes du calcaire inférieur. Ces blocs, désignés dans le pays sous le nom de *Bouzards*, sont exploités par les habitans pour servir aux constructions rurales; mais on va chercher à plusieurs lieues de distance le calcaire à entroques, pour les constructions qui demandent des matériaux de choix, particulièrement pour les travaux d'art du canal.

Silex dans les divers calcaires.

On observe, dans le calcaire blanc-jaunâtre marneux près de Veuvay, et même dans le calcaire oolithique près de Froideville, des couches remplies de silex, comme celles que j'ai indiquées dans le calcaire à entroques. Les formes et les couleurs de ces silex sont toujours très-variées: ils sont quelquefois rubanés de rose, de blond et de blanc, d'une manière agréable.

Auprès de Pont-de-Pany, l'Ouche, qui jusqu'alors a coulé dans une vallée longitudinale, entre les deux plus hauts rameaux de la chaîne qui traverse la Bourgogne du nord-nord-est au sud-sud-ouest, se détourne tout-à-coup vers l'est et traverse le rameau oriental, formé en entier par le calcaire oolithique, lequel paraît être là en couches à-peu-près horizontales, qu'on exploite près de Dijon dans de nombreuses carrières, mais sur lesquelles je ne puis donner aucun renseignement, ayant fait ce trajet pendant la nuit.

Le calcaire conchoïde

Je n'ai pas observé, dans mes dernières courses, de calcaire conchoïde que je puisse rapporter

supérieur manque.

avec certitude à un niveau supérieur à celui du calcaire oolithique, ainsi que je l'ai indiqué dans mon premier Mémoire. On m'a assuré que ce calcaire se présentait fréquemment ainsi, dans les localités où les formations jurassiques sont très développées.

Dijon.

Dijon, situé au pied oriental du rameau dont je viens de parler, est à l'entrée d'une vaste plaine ou d'une vallée très large, dans laquelle coulent plusieurs affluens de la Saône, et où la Saône elle-même vient bientôt diriger son cours. Les montagnes calcaires qu'on retrouve au delà de cette plaine, du côté de l'est, ne se rattachent qu'à plusieurs lieues au nord de Dijon, avec le prolongement de celles dont il a été question dans le présent Mémoire : je réserve pour une autre notice l'exposé des observations que j'ai pu y faire.

Haute chaîne calcaire de la Bourgogne.

Ce n'est qu'à l'ouest et au sud-ouest de Dijon, c'est à dire à une distance peu éloignée des terrains primordiaux qui peuvent être rattachés au Morvan, que je crois devoir considérer en ce moment la chaîne principale des montagnes de la Bourgogne. Je remarquerai ici, pour sa partie calcaire, ce que j'ai fait observer plus haut pour sa partie primordiale, savoir, que la pente orientale du rameau extérieur est en général plus rapide que la pente opposée. Ce n'est guère que sur cette pente orientale, que l'on cultive les vignes renommées de la Côte-d'Or.

Je rappellerai ensuite, d'une manière générale, que les plateaux les plus élevés des divers rameaux de cette chaîne sont formés, pour les rameaux de l'ouest, de calcaire à entroques et du calcaire conchoïde qui lui appartient, et que sur ces plateaux s'élèvent seulement quelques tertres

appartenant aux terrains postérieurs; tandis que ces terrains postérieurs, spécialement le calcaire oolithique bien caractérisé, constituent les plateaux élevés du rameau de l'est, ou du rameau extérieur de la chaîne.

Je ne chercherai pas à appuyer, par cette observation, le rapprochement que j'ai indiqué comme possible entre les deux calcaires supérieurs de Bourgogne et le *second étage* des terrains jurassiques. J'ai trop peu étudié les calcaires blancs, pour avoir à leur égard aucune opinion arrêtée; mais je pense qu'on peut espérer la solution de cette question, des résultats des observations de M. Élie de Beaumont sur le Jura, et sur toute la partie orientale de la France. Je ferai remarquer seulement que cette corrélation des calcaires blancs se montre pendant quelques lieues, en avançant vers le sud; mais que le tout est bientôt dérangé, ou au moins interrompu, par l'élévation progressive du sol des terrains inférieurs. En effet, sur la route d'Arnay-le-Duc à Châlons, c'est encore le calcaire oolithique qui forme, sur le plateau du sommet de la chaîne, le sol de la vaste et triste solitude désignée sous le nom de *Chaumes d'Auvenay*, tandis que près de là et à l'ouest, se présentent des escarpemens de calcaire à entroques; mais plus au sud le calcaire à gryphées arrive jusqu'au faîte, et enfin ce faîte devient formé de roches primordiales.

Il paraît qu'alors le calcaire à entroques se rencontre encore dans l'intérieur de la chaîne par lambeaux isolés : c'est ainsi, du moins, que je l'ai vu à Tramaye (entre La Clayte et Mâcon), formant une petite butte dans la vallée, au des-

sus du calcaire à gryphites (1). Mais l'ensemble des formations jurassiques, rejeté en quelque sorte de côté, offre, à l'est et en face de la pente rapide des montagnes primordiales, des pentes également rapides, dont les escarpemens presque verticaux de calcaires blancs forment les sommets, en présentant les tranches de leurs couches relevées vers le vide profond qui les sépare des terrains cristallins, fait que j'ai déjà signalé ci-dessus, en parlant du calcaire à gryphées, et qui est analogue à ceux sur lesquels j'ai appelé l'attention dans mon premier Mémoire.

§ VI. BASALTE DU DREVIN.

Les cônes basaltiques du Drevin, dont l'existence a été signalée en 1783 par M. l'abbé Soulavie, ont été l'objet de deux Notices insérées dans les *Mémoires de l'Académie de Dijon*, deuxième semestre 1783. Il n'est pas à ma connaissance qu'on ait publié d'observations ultérieures sur cette localité, bien remarquable sans doute par sa position isolée au milieu de terrains granitiques et calcaires, à une distance si grande de tous les autres terrains volcaniques connus en France.

Position du Drevin.

Le Drevin, situé à une lieue au sud-ouest de Couches, est sur un plateau élevé, quoique dominé surtout vers l'ouest par des élévations plus grandes, et faisant partie du faîte qui sépare les eaux coulant vers la Saône par la Dheune, de celles qui coulent vers la Loire par l'Arroux. Sous le rapport géologique, il est placé à-peu-près à la limite des terrains granitiques, qui s'étendent du côté de

(1) V. Pl. IX, *fig.* 1.

l'ouest vers Autun, et des terrains secondaires qui, du côté opposé, encaissent en cet endroit la vallée de la Dheune. La montagne au sommet de laquelle est situé le hameau de Drevin présente, depuis son pied jusqu'à son sommet, la série, si constante dans les localités qui ont fait l'objet de mes recherches, de granite, arkose, marnes avec lumachelle, et enfin calcaire à gryphées, qui forme encore ici une partie du faîte de la chaîne, et qu'on exploite sur le plateau.

Composition de la montagne.

C'est sur ce plateau que s'élèvent, à environ 400 mètres au nord l'une de l'autre, deux buttes ou tertres, dont la nature est indiquée par les blocs nombreux qui couvrent leurs pentes, blocs qui sont formés d'un basalte très-compacte, renfermant de l'olivine et de la mésotype fibreuse. Le tertre du sud est de forme un peu alongée. En le montant sur sa pente méridionale, on ne rencontre que des basaltes roulés, ou des rognons irréguliers de silex noirs, fendillés, et portant l'empreinte d'une forte altération. Au sommet et sur la pente nord qui regarde l'autre tertre, on voit des roches de basalte plus considérables et qui paraissent être en place; mais sur cette même pente, j'ai reconnu aussi avec surprise des rochers calcaires, dont les couches paraissent légèrement inclinées vers l'ouest. Ce calcaire est brun ou noir, compacte ou un peu sublamellaire, et il pourrait, au premier aspect, être pris pour du basalte, d'autant plus que le basalte de quelques rochers voisins a un aspect assez semblable. Le calcaire renferme des indices de fossiles, parmi lesquels on ne peut reconnaître que des entroques; dans quelques parties, près de l'extérieur des masses, la roche prend une texture oolithique.

Tertres basaltiques.

Tertre du sud.

Rochers de calcaire.

Tertre du nord.

Le tertre du nord est un peu plus escarpé, rond et de forme conique. Je n'y ai vu que du basalte.

Blocs roulés de calcaire saccharoïde.

Des blocs peu volumineux de calcaire blanc saccharoïde, tout-à-fait semblables les uns au *marbre salin*, les autres à une *dolomie* à texture serrée, se présentent çà et là sur les pentes des deux tertres. L'essai de ce calcaire a fait connaître qu'il ne renfermait point sensiblement de magnésie.

La partie du plateau située entre les deux tertres est d'une fertilité remarquable, ainsi que toute la pente orientale de la montagne. En descendant cette pente orientale, j'ai retrouvé successivement le calcaire à gryphées, les marnes et lumachelle, l'arkose arénacée et le granite.

Observations.

Malgré l'absence totale de scories, il paraît difficile de ne pas regarder les tertres du Drevin comme produits par une cause volcanique qui aurait agi sur les lieux mêmes, et par conséquent à travers les divers terrains de la série arkosienne. On sera sans doute tenté de regarder comme résultats de cette action, et l'altération des silex, et la couleur noire et l'aspect singulier du calcaire qui se montre en place au tertre du sud, et enfin la structure cristalline des blocs de calcaire blanc qu'on trouve sur les pentes de la montagne. D'un autre côté, l'absence de la magnésie dans ce calcaire pourra être considérée comme peu favorable aux opinions d'un géologue célèbre sur les effets des soulèvemens volcaniques.

Le calcaire qui forme encore des rochers près du sommet d'un des tertres ne renferme également pas de magnésie. Il paraîtrait devoir

être rapporté au calcaire à entroques, roche qui cependant n'existe pas d'ailleurs, à ma connaissance, sur le plateau de Drevin, ni aux environs. L'inclinaison que montrent ses couches vers l'ouest, c'est-à-dire vers les montagnes primordiales, peut être sans doute un effet du bouleversement qu'elles ont éprouvé; mais on conçoit difficilement comment un semblable bouleversement a laissé en place, près du sommet d'un cône volcanique, d'aussi faibles lambeaux de couches de calcaire à entroques.

Quoi qu'il en soit, on voit que l'observation des circonstances qui accompagnent cette singulière apparition d'un point basaltique isolé au milieu de la Bourgogne contribue encore à confirmer la constance de composition de la série des terrains qui suivent le terrain d'arkose.

Sur les scories de forge et leur influence dans l'affinage de la fonte de fer;

Par M. SEFSTROEM.

(Archives de M. Karsten, tome 14, p. 202.— Extrait des journaux suédois.)

La meilleure scorie d'affinage que j'aie vue provenait de la forge de Ward, à Skebo, et le fer produit était homogène, à nerf blanc, fort et tenace : quand on la fit couler elle se montra très liquide et d'un blanc bleuâtre. Les gouttelettes qui étaient emportées par le vent de la tuyère conservaient leur couleur rouge blanc jusqu'à ce qu'elles vinssent toucher le sol, où elles se divisaient en plusieurs autres globules. On les a trouvées composées de :

Silice	7.60
Oxidule de fer	82.10
Magnésie et trace de chaux	2.80
Alumine	1.10
Oxidule de manganèse	6.80
	100.40 (1).

La plus mauvaise des scories de forge me fut remise par M. Starback, qui avait essayé d'affiner la fonte dans le feu d'affinerie ordinaire, mais avec des scories du fourneau de puddlage. La nouvelle scorie demeura toujours crue pendant le travail, sa liquidité était faible, et elle rejetait des bulles. En coulant, sa couleur était le rouge obscur, et elle se montrait extrêmement mate. Après le refroidissement, on la trouvait spongieuse et cristalline, comme cela se voit souvent dans les silicates; sa couleur était le vert d'asperge, avec un aspect plus ou moins chatoyant et scoriforme; on y a trouvé :

(1) Il n'y a de remarquable dans cette scorie, de l'espèce dite *gaarfrisch schlacke* (scorie riche), que la proportion très-notable d'oxide de manganèse, qui ne se trouve pas ordinairement dans les scories de la fin d'un affinage, parce qu'il est séparé auparavant. *K.*

Silice	38.35	contenant oxigène	20.015	
Oxidule de fer	44.48	—	10.128	14.401.
Oxide de manganèse	11.05	—	1.926	
Chaux et trace de magnésie	3.13	—	0.876	
Alumine	3.15	—	1.471	
	100.36			

D'après les renseignemens que m'a donnés M. Starback sur cette scorie, elle ne facilitait point l'affinage. Lorsqu'on la faisait sortir du creuset, elle n'avait éprouvé d'autre changement, si ce n'est que la couleur de sa cassure était blanche, tandis qu'avant elle était grise.

On avait obtenu la scorie primitive du fourneau à puddler établi à Skebo, lorsqu'on essaya d'affiner la fonte grise de Norberg (*gaare roheisen*) par le procédé anglais; l'opération dura quatre heures et demie, tandis qu'à l'ordinaire elle est terminée en deux heures, et encore il resta sur la sole une masse non affinée; la scorie était d'un rouge fort obscur dans le fourneau et montrait une ténacité telle, qu'il s'y formait souvent de très grosses bulles ou soufflures qui couvraient toute la sole. Quand une portion de cette scorie eut été enlevée, et après qu'on eut jeté de l'eau dans l'intérieur du fourneau, afin de solidifier la fonte, il suffit de refondre la matière pour terminer l'affinage.

On a trouvé cette scorie composée de :

Silice	46.10	contenant oxigène	23.945	
Oxidule de fer	45.20	—	10.292	13.138.
Oxidule de manganèse	1.90	—	0.417	
Chaux	1.05	—	0.295	
Magnésie	1.95	—	0.755	
Alumine	2.95	—	1.379	
	99.15			

Cette analyse montre que la dernière scorie renferme plus de silice et moins d'oxidule de fer que toutes les autres, mais qu'il y a néanmoins un petit excès de bases pour en faire un bisilicate

parfait. C'est sans doute à ce faible excès qu'il faut attribuer la faculté que possède encore cette scorie de contribuer un peu à l'affinage de la fonte, faculté qui se manifeste par un faible dégagement de gaz, lequel donne naissance aux bulles dont nous avons parlé. Il semble donc, d'après cela, que dès l'instant où une scorie s'est changée en un bisilicate parfait, toute apparence d'affinage disparaît.

Il s'ensuit aussi que toute scorie qui contient plus d'oxidule de fer qu'il n'est nécessaire pour former avec la silice existante un bisilicate sert à débarrasser la fonte du charbon ou du silicium qu'elle contient, c'est-à-dire à opérer sa conversion en fer doux, et cela par suite de la réduction à l'état métallique de l'oxide de fer en excès qui s'y trouve.

Sous ce rapport, il n'est pas indifférent que cet excès soit petit ou grand, car l'expérience apprend que ce plus ou moins a une grande influence sur la conversion de la fonte en fer ductile. L'action des scories sur la fonte se manifeste de trois manières.

1) Par la conversion en acier ou en fer, suivant que les scories en contact sont différentes.

2) Par la proportion plus ou moins considérable des substances terreuses ou autres élémens électro-négatifs qui se combinent avec le fer pendant le traitement de la fonte, avec des scories composées de diverses manières. Ces deux sortes d'influence ne sont jusqu'ici fondées que sur des considérations théoriques et qui appellent de nouvelles recherches pour être environnées de plus de lumières; mais la troisième manière d'agir des scories est mécanique et bien mieux connue. Les scories d'affinage, suivant leur composition, et par suite la manière dont elles se

comportent à la température de la fusion, sont plus ou moins disposées à se mêler avec le fer affiné.

Les scories qui contiennent le plus d'oxidule de fer sont aussi les plus difficiles à fondre : mais elles se liquéfient lorsque le fer atteint la chaleur soudante, c'est à dire un rouge-blanc parfait ; et elles deviennent alors presque aussi fluides qu'un métal en fusion. La scorie du feu d'affinerie de Ward était de cette espèce, et l'on peut y assimiler probablement toutes celles où il n'y pas plus de vingt-cinq pour cent de silice.

Les silicates d'oxidule de fer (auxquels il faut rapporter les scories provenant de l'affinage au fourneau à réverbère, qui contiennent environ trente-six pour cent de silice) sont facilement fusibles; à une forte chaleur rouge, elles sont bien fondues, et au rouge blanc leur fluidité est aussi grande que celle de l'eau ou que celle de la cire fondue.

Les bisilicates (scories d'un vert d'asperge) se fondent de la même manière que le verre ; ils se ramollissent dans les mêmes circonstances et coulent toujours lentement avec l'apparence de la viscosité, mais ils ne se laissent pas tirer en fils, parce que le verre refroidi est trop cassant. D'après mes expériences, ces scories ne deviennent jamais parfaitement fluides, quel que soit le degré de chaleur auquel on les expose.

Si le fer, vers la fin de l'affinage, se trouve en contact avec l'une ou l'autre de ces scories, il est évident que sa séparation ne s'en effectuera pas avec une égale facilité, parce que l'état de liquidité est fort différent. La véritable scorie d'affinage (scorie riche) se sépare avec une grande facilité, et même son mélange n'empêche en aucune manière les particules du fer de s'unir et de se souder : bien loin de là, cette scorie semble

favoriser le soudage du fer de la même manière que l'oxidule de fer, et à une époque où elle n'a pas atteint le point de fusion. On voit très-souvent les feuilles de tôle, qui sont couvertes d'une couche mince d'oxidule de fer, lorsqu'elles sortent d'entre les cylindres et à la chaleur rouge brun, et qui se présentent entièrement blanches et dépouillées d'oxide lorsqu'on les sépare les unes des autres avec violence. Les scories formées de silicates se comportent presque de la même manière. Au contraire, les scories qui se rapprochent plus ou moins, par leur composition, d'un bisilicate, se séparent à peine du fer; elles s'introduisent dans son intérieur, ainsi qu'on peut le voir clairement en examinant avec soin la cassure de certains fers dont les fibres ou le nerf semblent saupoudrés de cendres. Partout où ces scories sont accumulées, la ténacité du fer en est diminuée plus ou moins. Tous les fers anglais ou suédois fabriqués au fourneau à réverbère, du moins ceux que j'ai examinés, sont de cette espèce.

Comme les scories d'affinage se forment aux dépens de la fonte, il s'ensuit qu'il est d'autant plus difficile de fabriquer du fer exempt de scories, que l'on cherche davantage à diminuer le déchet sur la fonte, et que, dans ce but, on affine avec des scories *crues,* c'est-à-dire qui sont des bisilicates.

Si, dans la refonte du fer affiné (l'*avalage*), on emploie une température si élevée que le fer ne se prenne pas en masse, que ses molécules ne se soudent pas, mais qu'il demeure ou en forme de gouttes, ou en partie fondu dans le creuset, on peut encore obtenir un fer compacte, mais on perd du métal et du charbon, et vraisemblablement d'autant plus que le fer est plus difficile à fondre.

Toute simple que paraisse cette manière de se comporter des scories, il est pourtant difficile d'en faire usage dans le foyer d'affinerie.

Dans le foyer wallon, qui n'a que de faibles dimensions et où la fonte est traitée d'une manière simple, l'affinage dépend principalement des propriétés de cette fonte et de la préparation du foyer, et sous ce rapport la méthode wallone peut être considérée comme plus parfaite que beaucoup d'autres, puisque le succès dépend moins de l'habileté et de l'attention des ouvriers. Dans l'affinage allemand et la méthode demi-wallone, l'affinage dépend, au contraire, entièrement des manipulations pratiquées par les ouvriers. La préparation du foyer est ici de peu de secours et l'affineur doit varier ses manipulations suivant les apparences qu'une attention soutenue lui fait apercevoir. Comme on ne doit pas attendre des affineurs qu'ils conduisent leur travail suivant les lois de la chimie, on ne peut s'empêcher de considérer chaque procédé d'affinage comme imparfait (1).

L'expérience démontre que le fer fabriqué par le procédé demi-wallon a toujours une très-grande ténacité, et beaucoup d'autres faits prouvent incontestablement combien est grande l'influence des scories d'affinage sur la qualité du fer, et que les plus riches paraissent produire toujours le

(1) M. Sefstroem ajoute différens détails sur le travail dans les foyers allemands et demi-wallons, que nous supprimons ici. Il indique ensuite le moyen de reconnaître la nature et la propriété des scories d'être propres à l'affinage (*gaare*), ou d'être *crues* et sans influence utile; il consiste à les réduire en poussière très-fine et à observer la couleur de la poussière. Celle qui donnera la plus noire sera la plus riche en oxidule de fer, tandis que la poussière la moins foncée en couleur indiquera la scorie la moins chargée d'oxidule ou celle dite crue. On pourrait, d'après cela, former des tables de coloration, auxquelles on comparerait la poussière des scories dont on voudrait connaître la nature. Ce serait un moyen de porter un jugement de quelque poids sur les propriétés des scories et la proportion d'oxidule de fer qu'elles contiennent.

meilleur fer. Cela conduit à imaginer un moyen d'opérer l'affinage avec des scories riches en fer, mais sans se procurer celles-ci aux dépens de la fonte, qui a beaucoup de valeur. Dans les méthodes d'affinage pratiquées jusqu'ici, on obtient les scories par la conversion d'une portion de la fonte en oxidule de fer, lequel se combine ensuite avec de la silice provenant partie du silicium contenu dans la fonte, partie du sable mêlé dans les charbons. Pour chaque partie de silicium, il en faut à peu près quatre de fonte qui sera oxidée pour former les scories du fourneau à puddler; et 7 à 8 pour obtenir les scories riches qui servent à hâter l'affinage : ces scories ne peuvent donc qu'être très-chères; mais beaucoup de nos minérais de fer pourraient être employés à former des scories. Toutefois je n'ignore point que dans les essais faits à Skebo, en 1821, pour affiner la fonte au fourneau à réverbère, on s'est servi sans succès du minérai de fer, parce que le fer affiné restait mêlé de scorie de bisilicate, qui l'empêchait d'être forgeable; mais j'ai su aussi que ces minérais n'étaient pas assez riches, qu'on les mêlait avec de la chaux, et que la fonte à affiner était employée à l'état de fonte grise. En conséquence, je ne doute pas que si l'on répétait cet essai, en cherchant la meilleure manière de se servir du moyen indiqué, on n'en obtiendrait un bon résultat.

Mais on devrait aussi, par la connaissance théorique de la composition des diverses espèces de fonte qui sont les plus propres à donner de certains produits, et par l'emploi des scories qui donnent le meilleur fer, parvenir à obtenir le fer de la meilleure qualité et par la méthode la plus avantageuse. Cependant il resterait encore une question à résoudre, c'est celle-ci : de quelle ma-

nière le fer affiné, mais en masse spongieuse et pénétrée de scories, peut-il être amené à l'état compacte et homogène?

Le procédé d'affinage pour le fer, tel qu'il a été pratiqué jusqu'ici, peut-il atteindre ce but?

Dans la méthode allemande, une partie de l'opération, celle dans laquelle on forme et on réunit la loupe, tend bien à ce but; mais il suffit de quelques observations pour faire sentir combien le résultat est imparfait. En effet, le fer, étant tantôt plus, tantôt moins en contact avec le courant d'air, le charbon et les scories, ne peut être homogène, et d'autant moins que toutes les parties d'une masse de ce métal ne peuvent arriver en même temps au même degré d'affinage (de pureté). Celles qui se trouvent les plus avancées restent cependant dans le foyer comme celles qui ne sont pas encore affinées, etc. Par la méthode demi-wallone, où souvent le fer affiné n'a pas éprouvé de fusion, mais dans laquelle on remarque particulièrement qu'il se trouve dans le creuset des scories propres à hâter l'affinage et très-fluides, le fer fabriqué est beaucoup plus compacte que celui produit par l'affinage allemand; cependant cette méthode laisse encore beaucoup à désirer.

On peut donc conclure de ces observations que l'affinage ordinaire au foyer de forge n'est pas de nature à donner un fer parfaitement homogène.

Dans la fabrication du fer par le puddlage, on est obligé de combattre les mêmes obstacles; mais il faut employer d'autres moyens. Le fer affiné, pénétré de scories, est porté, au sortir du fourneau puddling, sous un marteau très-pesant, afin d'en exprimer plus complétement ces scories et de former ainsi une pièce affinée (fer puddlé).

Celui-ci, soumis de nouveau au feu, à une chaude suante, est comprimé entre des cylindres qui expriment encore des scories. C'est de cette manière qu'on sépare du fer les laitiers qui se trouvaient interposés entre ses molécules, et principalement ceux qui contiennent assez d'oxidule de fer pour former un silicate. Mais une autre portion de ces mêmes laitiers ou scories, surtout le bisilicate d'oxidule de fer, demeure adhérent au métal et l'empêche de se souder en divers endroits; à la vérité, on pourrait peut-être s'en débarrasser complétement par une grande force de compression et en répétant les chaudes; mais ce ne serait qu'en perdant beaucoup de fer, et ce procédé ne pourrait être adopté sous le rapport économique. Un fer qui est mal soudé ne saurait être travaillé convenablement à la forge; on y remédie par le corroyage, en forgeant ensemble plusieurs morceaux de barres placés les uns sur les autres, et en formant une seule barre, au moyen d'une chaude suante. Par là, les enveloppes de scories deviennent de plus en plus minces, et enfin à ce point qu'il n'en résulte plus d'obstacles au soudage des molécules de fer. Alors les barres peuvent servir au plus grand nombre des usages ordinaires; mais il ne convient aucunement pour ceux qui exigent qu'il soit très-compacte et très-homogène. D'après cela, je crois que la méthode anglaise pour fabriquer le fer, bien loin d'améliorer celui de Suède, ne ferait qu'en diminuer la qualité, si on l'adoptait dans notre pays.

Pour être parfaitement compacte et homogène, le fer doit avoir été liquide comme un métal fondu dans un creuset; mais la fusion de la fonte avec des scories d'affinage et dans un creuset n'est pas praticable en grand. On pourrait seulement exécuter cette opération dans un foyer

semblable à nos feux d'affinerie, mais plus petit et disposé de manière à ne laisser que le moins possible à l'adresse des ouvriers; il serait également facile de faire couler la fonte immédiatement du haut-fourneau sur la sole d'un four à réverbère, où on la traiterait avec des scories d'affinage (1), et par ce moyen on épargnerait les frais de refonte du métal.

A toutes les circonstances indiquées précédemment comme influant sur la qualité du fer, il faut en ajouter une autre non moins importante, c'est la tendance très-grande du fer forgé à prendre une texture cristalline lorsqu'il se refroidit après avoir été chauffé presqu'au point de se fondre. Les lames de cristallisation sont d'autant plus grandes, que la masse est elle-même plus considérable et que le refroidissement est plus lent; mais en le forgeant, son grain devient de plus en plus fin, et lorsqu'on le réduit à de faibles dimensions, il prend du nerf. Cependant l'apparence du fer nerveux fabriqué au feu d'affinerie est différente de celle du fer obtenu par le procédé anglais. Le nerf du premier est éclatant et compacte, tandis que celui du second est terne, gris et comme saupoudré de scorie en poussière.

La tendance du fer à prendre la structure cristalline est si grande, qu'elle se manifeste déjà à une chaleur rouge, lorsque ce métal est maintenu pendant long-temps à cette température : on a coutume de le nommer alors *fer brûlé*. Celui qui est nerveux et fabriqué par le procédé anglais peut également devenir cristallin (à facettes) dans les mêmes circonstances; car le mélange des scories ne saurait empêcher cet effet. Celles-ci semblent

(1) Cette méthode a déjà été proposée, il y a environ dix ans, par M. Prechtel. Voyez *Archives*, tome 1, page 123; mais M. Karsten en a montré les difficultés (*id.*, tome 2, p. 123), et il conclut contre son succès dans la pratique. A.G.

même disparaître, puisque la cassure montre des facettes blanches et nettes et rien d'hétérogène; mais en reforgeant ce fer, il revient à son premier état. Les fers cristallins n'ont qu'une ténacité bien inférieure à celle du fer qui n'est point dans cet état; la ténacité augmente à mesure que les facettes des cristaux diminuent par le forgeage, jusqu'à ce qu'enfin la structure fibreuse ou le nerf paraisse; et c'est dans cet état que le fer possède la plus grande ténacité qu'il puisse avoir. Il résulte de ceci que l'on doit chercher le plus souvent à changer la texture cristalline en nerf; mais il y a des variétés de fer qui, forgées jusqu'aux dimensions où la cassure à gros grains est devenue lamelleuse, ne prennent point de nerf, quelques soins que l'on apporte à les forger. Dans ce cas, il ne reste plus qu'à briser les barres et à corroyer le métal pour en former de nouvelles. Cette manière de préparer le fer forgé serait différente de celle employée dans le procédé anglais, du moins sous ce rapport, que dans ce dernier on se propose de séparer des scories; tandis que dans l'autre il s'agit seulement de détruire dans le fer les propriétés d'être dur et aciéreux, qui s'opposent à ce qu'il prenne du nerf. Dans ce cas et dans ce sens, le procédé anglais pour améliorer la qualité du fer serait très-susceptible d'être adopté en Suède, et nous ferions bien d'employer les fourneaux à réverbère pour chaufferies, et les cylindres pour former les barres.

Sur les mines d'argent d'Arevalo, dans le district de Chico, au Mexique.

Résultats du traitement des minérais dans l'usine de Hacienda;

Par M. GEROLT.

(Extrait des *Archives* de M. Karsten, tome 14, p. 20.)

La mine d'Arevalo, située 25 lieues au nord de Mexico, est la plus importante de celles que possède don Josa Antonio de Revilla.

L'administration de cette mine et celle de l'usine de Hacienda sont confiées à une même personne, Pedro Daralos, homme de beaucoup de capacité et qui possède des connaissances pratiques; ses émolumens, sans être fixes, montent annuellement à 3,000 pesos (1). Il est chargé des achats de mercure, de fer, d'acier, de poudre, etc., pour les deux établissemens. Le bois pour les étaies, la pierre à bâtir, la chaux, etc., sont fournis par les Indiens, et c'est le schicht meister, qui est chargé de payer ces objets; il en remet un état jour par jour au directeur, ainsi que des ouvriers qui ont travaillé, de la quantité de minérai extraite, et, au bout de chaque semaine, on établit le compte de l'exploitation.

(1) Voici les valeurs des divers poids, mesures et monnaies du pays :

La lieue est de celles de 25 au degré.

Le *vara* = 0,83969 mètres = 31 pouces de Paris.

1 *peso* = 8 reales = 1 ½ thaler de Prusse = 5 fr. 67, à raison de 3 fr. 78 le thaler.

1 *monton* = 30 quintaux (de Prusse sans doute) = 1405 kilogr.

1 *carga* = 3 quintaux = 140k,50; en prenant le quintal à 100 livr. de Prusse et la livre pour 0k,4683.

L'*aroba* = ¼ de quintal = 11k,70.

Les dépenses de chaque semaine pour la mine d'Arevalo se montent à 400 ou 450 pesos, et elle envoie à Hacienda 250 cargas de minérai ordinaire dit *métal commun*, sans compter le minérai plus riche.

On paie aux mineurs (*bateros*) 1 réal pour chaque quintal livré de *métal commun ;* et ils obtiennent en outre, sur les minérais riches, une quote-part, qui varie depuis $\frac{1}{10}$ jusqu'à la moitié de ceux-ci, suivant qu'il s'en trouve en abondance ou qu'ils sont fort disséminés. Cette répartition est faite par le maître-mineur (*obersteiger*), chargé de régler le paiement de ces ouvriers. On conçoit qu'en raison de cela les mineurs gagnent un salaire extrêmement élevé, surtout dans les exploitations où le minérai est riche et abondant.

Quelque onéreux que soit aux propriétaires de mines ce partage des minérais, cet usage est si ancien et si avantageux aux ouvriers, qu'il serait bien difficile de le changer, particulièrement lorsqu'on peut craindre de manquer de bras.

Le poste de travail est de douze heures : à six heures du matin, les ouvriers se réunissent, au son de la cloche, dans une chambre où ils prennent leurs outils, une lumière, etc.; un employé assiste à cette distribution et demeure dans la chambre où elle s'est faite, pendant toute la durée du poste; il tient registre des outils donnés à chacun, ainsi que de la quantité de minérai qu'il rapporte. A six heures du soir, commence le poste de la nuit. La semaine ne comprend que cinq jours de travail, parce que le lundi ne voit qu'un bien petit nombre de mineurs se présenter à l'atelier.

Au sortir de la mine, chaque ouvrier est visité nu par le registrador pour découvrir le minérai

qu'il pourrait avoir volé : il ne paraît point y avoir de punition encourue par l'auteur d'un vol reconnu, et l'on semble regarder une telle action comme une coutume et presque comme un droit des mineurs.

Avant d'être transportés à Hacienda, les minérais extraits et classés soit comme *métal commun*, soit comme *métal azogue*, subissent un triage, et après qu'ils ont été concassés en petits morceaux, on en rejette à peu près la sixième partie, comme gangue stérile. Le reste, étant à l'usine, est bocardé à sec ou bien moulu sous des meules et traité par l'amalgamation. **Préparation des minérais.**

L'usine (1), qui comprend l'atelier d'amalgamation et la fonderie, est peu éloignée de la mine d'Arevalo, et présente les objets suivans : **Consistance de l'usine d'Hacienda.**

1) Trois bocards à sec (*marteros*), chacun à 7 ou 8 pilons.

2) Huit moulins à minérai (*arastros*).

3) Une grande cour d'amalgamation (*patis*), de 62 mètres de long sur 17 mètres de large; il y a, en outre, des magasins qui en dépendent.

4) Une grande écurie.

5) Une chambre pour la fabrication des chandelles.

6) Une laverie, dans laquelle on sépare l'amalgame des matières terreuses (*tortos*), après que l'amalgamation est terminée.

7) Deux tables dormantes pour relaver les résidus de l'opération précédente.

8) Une laverie particulière, qui a le même but

---

(1) Le total des frais de contruction s'est élevé à 15,000 pesos ou 85,050 fr.

que la précédente, et où l'on continue de remuer les mêmes résidus (*cama*).

9) Deux étuves (*estufas*) espèce de grand fourneau de grillage où l'on échauffe la matière d'amalgamation et dans le but d'accélérer cette opération.

10) Un fourneau à réverbère, pour préparer (griller) le magistral.

11) Trois fourneaux de distillation en cuivre (*capelinas*), pour séparer le mercure de l'argent.

12) Un atelier de menuiserie dans la fonderie.

13) quatre fourneaux courbes (*hornas*).

14) Un fourneau de coupelle (*vato*).

15) Un fourneau à réverbère fort alongé et particulier (*chacuaco*), dans lequel les minérais riches sont fondus et ensuite coupellés.

16) Un fourneau de raffinage pour l'argent.

17) Une forge.

Deux grandes caisses à eau fournissent à ces fourneaux l'air comprimé qui leur est nécessaire.

La description des procédés d'amalgamation et de fonte sera l'objet d'un travail particulier, qui comprendra en même temps les résultats des expériences faites pour concentrer les minérais et accélérer leur amalgamation.

On évalue, ainsi qu'il suit, les frais du traitement du minérai ordinaire dit *métal commun*, contenant, terme moyen, 7 marcs d'argent par monton [30 quintaux] (1).

Pour un monton (1,405 kilogrammes).

1) Transport du minérai de la mine à l'usine;

---

(1) Le minérai ordinaire de Guanaxuato ne tient que 4 marcs d'argent par monton, c'est-à-dire un peu plus de 2 loths au quintal.

1 réal par carga.	1$^{es.}$	2$^{rea.}$
2) Frais pour le bocarder ou le réduire en poussière sous les meules. . .	3	1
3) Sel marin (1).	4	4
4) Pour magistral.	3	»
5) Perte de mercure évaluée à environ 7 livres.	5	2
6) Divers frais de main-d'œuvre, nourriture et les mulets, chauffage et lavage de la torta.	2	»
7) Appointemens des employés. . .	1	4
Total des frais pour un monton. . .	20$^{pes.}$	4$^{rea.}$
On retire 7 marcs d'argent, qui sont comptés chacun pour 8 $\frac{1}{4}$ pesos, cela donne.	57$^{pes.}$	6$^{rea.}$
Il y a donc un bénéfice de.	37	2

On jugera encore mieux des procédés employés pour retirer l'argent des minérais dont nous avons parlé, par le détail suivant des frais relatifs à une opération complète d'amalgamation ou pour une *torta* de 15 montons ou 450 quintaux de *métal commun* d'Arevalo.

Dépenses.

Le 20 décembre 1824, 450 quintaux de minérai furent mêlés (*incorporado*) avec 600 livres de mercure, valant 70 pesos le quintal, ci.	420$^{pes.}$	»
Treize cargas de sel marin impur (saltierra), provenant des lagunes		

(1) Le lac salé de Tezculo, situé près de Mexico, qui couvre quelquefois de ses eaux des terrains très-étendus, donne lieu à une récolte abondante de muriate de soude assez impur et nommé *saltierra*, qui est employé dans l'amalgamation et dans les fontes des minérais d'argent.

de Mexico, à 4 pesos la carga; on en emploie 12 ½ quintaux pour une torta, ci.	54 pes.	» rea.
Douze quintaux de magistral (pyrites) de cuivre et de fer grillées, à 2 ½ pesos le quintal.	32	»
Transport de 450 quintaux de minérai à Hacienda; 1 réal la charge. .	18	4
Pour la nourriture des mulets, du salaire des hommes qui travaillent la torta, la chauffent et exécutent le lavage.	30	»
Pour le chauffage de la torta dans les *estuvas*, on consomme 45 cargas targas de bois, à 1 réal chaque. . .	5	5
On peut compter pour les frais de lavage de 4 cargas de *polvillo* et la fonte qui succède.	50	»
Pour le traitement analogue de l'*orura*.	2	4
Les frais de préparation du minérai pour une torta, la pulvérisation, et de plus les salaires des employés.	22	4
Total des dépenses pour une *torta* de 450 quintaux de minérai.	678 pes.	1 rea.

Le 21 janvier 1825, cette *torta* fut lavée, et on en retira :

1) Amalgame (*pella*).	308 liv.	12 onc.
2) Mercure exprimé.	214	12
3) *Orura* (résidu qui demeure attaché aux sacs) tenant argent. . . .	8	»

4) Quatre cargas (12 quintaux) de *polvillo* (résidu du lavage qui n'a pas été décomposé dans l'opération de l'amalgamation).

Ces différens produits ont donné les quantités d'argent qui suivent :

Les 308 livres 12 onces d'amalgame, par la distillation. . . . . 119$^{\text{mar.}}$ 4$^{\text{onc.}}$

Les 8 livres d'orura, par la fonte. 2 128

Les 4 cargas de polvillo, par la fonte. . . . . 16 »

Total de l'argent. . . . . . . 137$^{\text{mar.}}$ 5$^{\text{onc.}}$,28

D'un autre côté, les 308 livres 12 onces d'amalgame ont produit en mercure.. 251$^{\text{liv.}}$ 4$^{\text{onc.}}$

Qui, réunies à celui exprimé... 214 12

Reproduisent en mercure. . . . . 466$^{\text{liv.}}$ »

La perte totale sur le mercure n'est donc que de. . . . . 134$^{\text{liv.}}$ »

C'est $22 \frac{1}{6}$ p. 100 de mercure employé.

Si l'on compte le marc d'argent à $8 \frac{1}{4}$ pesos, les 137 marcs 528 onces ont une valeur de. . . . . 1,135$^{\text{pes.}}$ $5 \frac{1}{2}$$^{\text{réa.}}$

Le mercure retiré, évalué comme ci-dessus à 70 pesos le quintal, représente une somme de... 326 $1 \frac{1}{2}$

Valeur totale des produits.. 1,461$^{\text{pes.}}$ 7$^{\text{rea.}}$

En déduisant les frais de main-d'œuvre et consommations, évalués ci-dessus à 678 pes. 1 rea., on trouve pour bénéfice. . . . . 683$^{\text{pes.}}$ 6$^{\text{rea.}}$

On peut conclure de ces détails, que le *métal commun* d'Arevalo, traité par l'amalgamation, à Haciendra, produit, par chaque opération qui dure de quatre à six semaines, plus de 100 pour 100 de bénéfice.

Pour faire juger des résultats économiques des fontes par lesquelles on traite les minérais riches, dits *media pepena*, nous présenterons l'état des dépenses faites et des produits obtenus dans une année.

En 1824, on a fondu :

351 cargas deux arobes de bon minérai (*media pepena*) d'Arevalo,

114 cargas 9 de polvillo provenant du lavage des tortas.

55 cargas de minérai de l'exploitation *real del oro*.

On emploie dans ces fontes :

5,791 arobes de litharge,

20,374 arobes de charbon de bois à 7 reales le carga,

474 cargas de bois à 2 reales chaque.

La perte en litharge est évaluée à

1,918 arobes dans la fonte, et 196 au fourneau de coupelle.

On a obtenu de cette fonte :

4,822 arobes de plomb d'œuvre, d'où l'on a retiré 3,371 marcs d'argent; la valeur de celui-ci est de 27,810 pesos 6 reales, à raison de 8 pesos 2 reales le marc.

Les dépenses se composaient de :

1) La valeur de la litharge consommée, comptée à raison de 1 pesos l'arobe.

En tolal (1,918 pesos plus 196).	2,114 pes.	» rea.
2) La valeur de charbon employé.	1,485	»
3) Du bois.	118	4
4) Les salaires des fondeurs.	226	2
De ceux qui ont amené le minérai.	215	7
Des affineurs.	71	1
Des manœuvres ou aides.	105	1
Des laveuses pour les divers résidus.	68	1
Des employés.	936	»
Total des dépenses.	5,340 pés.	4 rea.

Nota. Les consommations en fer, acier, etc., sont portées en masse et confondues avec celles relatives à l'exploitation de la mine.

Dans l'année 1824, l'excédant de la valeur des produits sur les dépenses a été de 22,470 pesos 2 reales.

État des dépenses et des produits en argent de la mine d'Arevalo et de l'usine d'Hacienda pendant l'année 1824 (1).

A. Dépenses de l'exploitation.

1) Montant de toutes les dépenses de la mine.	20,175 pes.	2 r.
2) Pour environ 70 quintaux de fer forgé, fer en tôle, etc., pour les outils, machines, etc., à 21 pes. 4 r. le quintal.	1,505	»

(1) *Archives,* tome 14, p. 38.

3) Acier employé, à raison de 30 pes. 4 r. le quintal. . . . . . . 245 »

Total. . . . . . . 21,925 pes. 2 r.

B. Dépenses de l'usine pour extraire l'argent des minérais.

4) L'amalgamation de 10,885 cargas de *métal commun*, ou 1,088 montons, coûte, terme moyen, 20 $\frac{1}{2}$ pesos par monton.. 22,314 pes. 2 r.

5) Amalgamation de 192 cargas et 3 arobas *azogue limpio*, à raison de 30 pesos par monton. . 570 »

6) De 450 cargas 3 arobas de minérai dit *media pepena*, dont on a fondu seulement 351 cargas et 2 arobas, plus 114 cargas 9 arobas de *polvillo*, et 55 cargas de bon minérai de *real del oro*; frais de fonte pour toutes ces matières. 5,340 5

Total des frais d'exploitation et de traitement métallurgique.. 50,150 pes. 1 r.

Produit en argent.

1) De l'amalgamation de 1,088 $\frac{1}{2}$ montons de *métal commun*. . . . . 7,619 m. 4 onc.

2) Amalgamation de 192 carg. 3 arobas de *azogue limpio*. . . . 380 »

3) Produit des fontes. . . . . . 3,371 »

Total. . . . . . . 11,380 m. 4 onc.

La valeur du marc d'argent étant comptée pour 8 pesos et 2 r. (1), on a pour total...

En recette.. . . . . 93,889 pes.
Les dépenses montent à. 50,150

Reste en bénéfice. . . . . 43,739 pes.

(1) Le marc d'argent pur (à 12 deniers) est compté, à la

Ou bien, en évaluant le pesos à 5 fr. 67 cent., c'est une somme de. . . . . 251,000 fr.

Observations suivies du résumé des résultats précédens, et de quelques autres données consignées dans le mémoire de M. Gerolt.

I. Le filon d'Arevalo contient de l'argent vitreux (sulfuré), de l'argent gris (*sprodglaserz*), ordinairement disséminés en parties très minces dans la pyrite de fer : on y trouve assez rarement de l'argent natif en petites lamelles minces; la gangue est le spath calcaire mêlé d'un peu de quartz.

II. On distingue et l'on classe les minérais sortis des fosses en *a*), *métal commun* (minérai ordinaire), dont la richesse moyenne est d'environ 7 marcs par monton ou 0,00116, c'est le plus abondant. On le traite toujours par l'amalgamation.

b) Le minérai plus riche, tenant de 1 à 3 marcs au quintal (0,005 à 0,0015), et qu'on appelle *media pepena* et *azogue limpio*. La différence entre ces deux espèces n'est pas indiquée : la dernière est traitée par le mercure, et l'autre par le plomb, dans les fourneaux. Il paraît toutefois que les premiers (*media pepena*) sont beaucoup plus riches que les autres, et que c'est en raison de cette circonstance que le mode de traitement est différent. Lorsqu'ils sont abondans, comme cela se voit quelquefois, les bénéfices du propriétaire deviennent très considérables.

III. D'autres mines dites *santissima flaionale* et

---

monnaie, pour 9 pesos; l'argent d'Arevalo n'est qu'à 11 deniers $\frac{1}{4}$ environ : cela ferait 8 pesos et 6 reales; mais il en faut déduire divers droits à payer, qui réduisent la valeur du marc d'argent livré par cette mine à 8 pesos 2 reales.

chalma, dans le district *del Oro* (1), présentent des filons contenant de l'or, de l'argent, du cuivre, du fer et du plomb; celle de *Chalma* donne du minérai dit *metal colorado,* en masse terreuse, colorée en jaune par l'oxide de fer, et contenant du plomb carbonaté avec argent et or. L'argent s'y trouve dans la proportion de $1\frac{1}{3}$ once au quintal, et le marc d'argent vaut 10 pesos, en raison de l'or qu'il contient.

Il y a aussi du minérai de *magistral,* consistant en cuivre pyriteux et pyrite de fer : celle-ci contient un peu d'argent.

Le *metal colorado*, provenant de la mine de Chalma est traité dans des fonderies composées de deux fourneaux courbes et d'un fourneau de coupelle. Chacune peut fondre, par semaine, de 30 à 40 cargas de minérai, qui rend $1\frac{1}{2}$ arobe ou $37\frac{1}{2}$ livres de plomb et 4 onces d'argent.

IV. La nature des fourneaux indiqués comme faisant partie de l'usine d'Hacienda, ainsi que le détail des matières consommées dans les opérations annuelles, montrent qu'on y met en usage trois procédés différens pour extraire l'argent de minérais de diverses richesses.

a) L'amalgamation pour le *métal commun* et l'*azogue-limpio.*

b) La fonte pour tous les autres minérais, y compris les résidus nommés *polvillo*, qui n'ont pas été attaqués dans l'amalgamation. Mais il y a deux espèces de fonte : l'une, pour les minérais riches bien séparés de la gangue et faite dans le fourneau indiqué sous le n°. 15, doit consister en une simple *imbibition* dans du plomb, et

(1) *Archives* de Karsten, tome 14, p. 58.

suivie de l'affinage de celui-ci; l'autre fonte a lieu avec de la litharge, et sans doute sur la grande masse des minérais riches, mais qui contiennent encore beaucoup de gangue, ou qui ne peuvent céder au mercure l'argent qu'ils contiennent.

V. On ne trouve, dans le mémoire de M. Gerolt, de données détaillées sur les opérations, qu'à l'égard de l'amalgamation, et voici les principaux résultats qu'on en peut déduire.

1°. *La tourte*, ou masse soumise à la fois à l'amalgamation sur une aire ou cour (paty) (de 62 mètres sur 16^{m}70), se compose de 450 quintaux (1) de minérai, ou 210$^{qx.\ mét}$60. La durée de l'opération est de quatre à six semaines; mais il faut observer que la tourte est réchauffée dans un fourneau à une certaine époque.

2°. On y ajoute 281 kil. de mercure : c'est, pour 100 de minérai à amalgamer, 1,33; et, par rapport à l'argent contenu (supposé 7 marcs par monton de 30 quintaux), qui est de 24^{kil}57, c'est environ 11,40 fois le poids de cet argent. La valeur du mercure, au Mexique, est de 847 fr. 26 c. les 100 kilogrammes.

3°. La perte qui a lieu sur ce métal dans l'amalgamation et par la distillation est, pour toute la tourte, de 62 kil. 71 gr., ou bien de 22 $\frac{1}{6}$ pour 100 de celui employé, et égale 2 $\frac{1}{2}$ fois le poids de l'argent obtenu (2).

4°. On ajoute aux minérais réduits en farine, du

(1) Le centner est sans doute le quintal de 100 livres de Berlin, qui est équivalent à 46^{k},83, la livre étant = 0$^{k.gr}$,4683. Toutes les réductions sont faites dans cette supposition.

(2) Cependant on compte généralement, d'après ce qu'on a rapporté ci-dessus, 7 livres pour 7 marcs d'argent.

sel marin impur (*saltierra*), dans la proportion de 8 $\frac{2}{3}$ pour cent.

5°. Et en outre, du *magistral*, environ 2 $\frac{7}{9}$ pour cent.

6°. Les frais d'extraction de l'argent par l'amalgamation sont évalués, en total, à 20 pesos 4 reales par 30 quintaux : c'est, par quintal métrique de minérai, 1,45 pesos ou 8 fr. 27 c., dans lesquels frais le mercure perdu ($0^{kil.}292$) entre pour 2 fr. 48 c.; mais on y comprend des transports de minérai pour 1 pes. 2 r., et aussi toutes les dépenses résultant de la pulvérisation des matières.

En rapportant les dépenses et la consommation de mercure au kilogramme d'argent obtenu, on trouve pour la dépense totale 71 fr. à très peu près, et la quantité de mercure consommée est de $2^{kil.}50$, valant 21 fr. 17.

Si l'on compare ces résultats à ceux relatifs aux produits de l'amalgamation pratiquée à Freyberg, et rapportés dans les *Annales des mines*, t. XI, page 88, on remarque que les frais de traitement de 100 kil. de minérai, y compris la perte en mercure, sont presque doubles en Amérique. Il est vrai que cette perte y est 6 $\frac{1}{2}$ fois plus considérable, et que le métal a un prix bien plus élevé (dans le rapport de 3 : 2).

Enfin, les frais d'extraction, rapportés à l'argent, sont triples en Amérique, et la perte en mercure, comprise dans ces frais, est sept fois plus grande. Il est vrai que les minérais ne tiennent que 0,00116 d'argent; tandis que ceux de Saxe, bien plus riches, en renferment 0,0019.

A. G.

Préparation mécanique des minérais de plomb à Bockstein.

Traduit des *Voyages métallurgiques* de M. Karsten,

Par J. FOURNET.

La description faite par M. Karsten des lavages du minérai de Bockstein renfermant des détails neufs et précieux, j'ai jugé utile d'en publier la traduction. J'y ai joint, par appendice, des résultats d'expériences faites à Freyberg, extraites d'un *Annuaire des Mines de Saxe pour* 1828; et enfin la description d'un nouveau bocard que j'ai été à portée de voir à la mine de Pfingswiche, près Baud-Ems, où il est employé avec grand succès pour le bocardage des minérais quarzeux destinés au lavage par les satzfass et les tables à secousses.

Les gangues du minérai de Bockstein sont le quarz et le micaschiste quarzeux, dans lesquels se trouvent disséminés en parties assez fines des pyrites cuivreuses, ferrugineuses et arsénicales, des fahlerz, des blendes et de la galène à petits grains, avec quelques particules d'or natif non discernables à la vue seule, et d'ailleurs en si petite quantité qu'ordinairement on n'en compte que 1 $\frac{1}{4}$ marc sur 1,000 q^{x}. de minérai de bocard. Lavages à Bockstein.

La position élevée de la mine, à laquelle un mineur exercé ne peut parvenir qu'après une montée non interrompue de deux heures, et la raideur de la montagne depuis son pied, où sont situées les laveries jusqu'à la cime, rendaient impossibles les méthodes ordinaires de transport des

matériaux et produits de l'exploitation. La descente du minérai jusqu'à Bockstein avait donc lieu précédemment au moyen de sacs, comme à Rauris; ce qui ne pouvait s'effectuer qu'en hiver, donnait lieu, dans le cours de l'été, à une accumulation de minérai et nécessitait de grands approvisionnemens, parce que les laveries chômaient en hiver, et ainsi précisément à l'époque où les matières de lavage arrivaient.

Comme les eaux des galeries et celles de la superficie ne suffisaient pas auprès de la mine, on a, depuis plusieurs années, sous la direction et d'après les plans de M. Schroll, partagé très avantageusement la préparation mécanique des minérais, en établissant le bocardage au sommet du Rathhausberg, où l'on pouvait rassembler ces mêmes eaux, et les traitemens subséquens au pied de la montagne.

Les sables des bocards supérieurs sont descendus sans interruption jusqu'aux laveries par le moyen d'une série de tuyaux de bois; en sorte que, déduction faite de leur extraction, on n'a plus d'autres frais de transport. Ces tuyaux sont forés sur un diamètre de 3 $\frac{1}{2}$ pouces, et emboîtés l'un dans l'autre à l'ordinaire. Leur inclinaison, par rapport à l'horizontale, est très variée, et se règle suivant les pentes de la montagne, ce qui la fait changer entre 20 et 40°; et comme la grande vitesse de chute donne lieu à l'entraînement de l'air, qui aurait pu s'accumuler dans ces tuyaux et y mettre obstacle à la libre descente du minérai, ou même donner lieu à leur rupture, on y a adapté, de 100 en 100 toises, des ventouses verticales de 4 pieds de hauteur, par lesquelles l'air peut s'échapper librement.

Ces tuyaux souffrent considérablement du côté où ils sont posés, par le frottement continuel du sable. Il faut donc, au bout de quelque temps, les tourner à angle droit sur eux-mêmes, en sorte qu'ils sont utilisés quatre fois avant d'être mis au rebut. Un garde est préposé à leur surveillance journalière, et doit remplacer de suite ceux qui sont hors de service.

La préparation mécanique du minérai qui a lieu ici, et que M. Schroll a aussi établie à Rauris, à Schellgaden et partout où le minérai se trouve dans un état d'agrégation semblable, est toute particulière. Le minérai doit pour cela être disséminé dans sa gangue, de telle manière qu'il serait difficile d'en séparer, par le triage à la main et les setzfass, les matières riches pour le bocard à sec d'avec celles pour le bocard à eau; et l'on s'est basé sur ce point de vue exact que, dans ce cas, les dépenses du triage à la main et du lavage aux setzfass seraient incomparablement plus grandes que celles du bocardage direct à l'eau. En général, quelque important que soit d'ailleurs le lavage aux setzfass, puisqu'on le considère même souvent comme la branche la plus essentielle du traitement mécanique, M. Schroll ne veut, avec grande raison, le voir employé que là où des minérais en gros grains se trouvent disséminés dans une gangue tendre. Ce n'est que dans ce cas que l'on obtiendra, par son emploi, une séparation des minérais riches d'avec les minérais médiocres, qui doivent repasser au bocardage, en donnant lieu à un bénéfice en harmonie avec les déchets inévitables des lavages et autres dépenses qu'il occasione. Ainsi donc, dans les localités où le lavage aux setzfass ne peut séparer qu'une petite quan-

tité de minérais riches, on peut évidemment le considérer comme superflu, en admettant toutefois que le bocardage à l'eau sera exécuté convenablement.

La première et principale règle de la préparation mécanique est, sans contredit, de procurer aux divers lavages un grain aussi uniforme que possible. A côté de cette loi s'en trouve une seconde, qui porte à ne jamais produire un grain plus fin qu'il n'est nécessaire, et à ne bocarder à mart un minérai que peu à peu, et non du premier jet, quand du reste il est impossible d'opérer autrement, à cause de la ténuité des particules minérales (1). Cela est indispensable pour séparer la matière riche d'avec celle qui est entièrement stérile, et pour opérer un premier travail de séparation avant d'en venir aux tables. En même temps on évite la trop grande division des particules minérales, le déchet qui en est la suite, et l'on se procure l'avantage de séparer les sables riches des sables pauvres et de les traiter chacun isolément sur les tables. Ces avantages évidens s'obtiennent simultanément par un bocardage aussi gros que possible, et par une répétition du bocardage sur le grain obtenu dans le premier travail et séparé des sables plus fins.

(1) Cette règle générale souffre cependant des exceptions; par exemple, pour les minérais d'étain, qui sont tellement divisés dans le micaschiste, que l'on ne peut même pas les reconnaître à la loupe. Il pourrait être indifférent de faire passer le minérai, à plusieurs reprises, dans le bocard, en employant des grilles de plus en plus fines ou bien de le bocarder de suite à mart, quoique la première marche fût déjà à préférer, par la raison que, par ce moyen, on sépare déjà une partie de gangues stériles par les labyrinthes et que l'on concentre le minérai riche.

Le sable du premier bocardage, opéré aussi gros que possible, est toujours le plus riche (ce qui provient de ce que le minérai est généralement plus divisible que les gangues, qui restent par conséquent en gros grains). Il faut donc l'extraire rapidement de l'auge du bocard, pour ne pas le mélanger avec le sable stérile, ce qui arriverait si l'on ne faisait qu'un seul bocardage; tandis que si l'on déverse promptement le sable et le grain, si on les sépare par un tamis, et si l'on repasse le grain en adaptant à l'auge une grille plus étroite, on donne lieu à une séparation préparatoire des schlammes riches et pauvres, qui peuvent être passés isolément sur les tables à secousses, et l'on peut, avec une perte beaucoup moindre au bocard, séparer une plus grande quantité de roche stérile qu'on ne pourrait le faire par un seul bocardage.

Il est presque inutile d'observer que les matières destinées au premier bocardage doivent aussi, autant que possible, avoir toujours la même grosseur; ce qu'on peut obtenir, soit par le cassage, soit encore mieux par le moyen de laminoirs espacés convenablement pour ne pas produire de farine.

La réussite d'un pareil procédé dépend encore essentiellement d'une construction convenable des bocards; car, avec ceux disposés à l'ordinaire, on n'obtient rien, parce qu'ils ne laissent pas la facilité de déterminer la grosseur du grain. Quand en outre les bocards déversent par les deux longs côtés de l'auge, qu'ils sont munis de grilles, il faut encore un pilon d'un poids proportionné à la composition du minérai et au travail que l'on veut faire; il faut, dans une même batterie, un

certain nombre de pilons en rapport avec leur poids, laisser entre eux le moindre espace possible, et faire affluer l'eau en quantité convenable et régulière.

Des baguettes fixées verticalement dans des cadres sont à préférer aux grilles de tôle trouée; car la fente longitudinale, formée par deux de ces baguettes, et qui détermine la grosseur du grain, laisse moins à craindre un engorgement que les trous.

Le premier bocardage à gros grains se nomme à Bockstein le grobpochen, et le repassage du gros grain séparé d'avec les sables par un tamis se nomme le roschpochen.

On évite ici entièrement le bocardage en bourbes tenaces, parce que cet écrasement du minérai en particules si fines produit une bien plus grande perte, soit hors des labyrinthes, soit par des lavages, que celle occasionée par la petite quantité de particules métalliques qui restent adhérentes à leurs gangues après le roschpochen. En général, un bocardage en bourbes visqueuses ne doit son existence qu'à l'imparfaite construction du bocard et des labyrinthes, aussi bien qu'au système de ne passer les minérais que par une seule opération.

Auprès de la mine, il y a trois grobpochwerks, et un quatrième bocard intermédiaire entre les grobpochwerks et les roschpochwerks. A chaque grobpochwerk est jointe une chambre de triage, dans laquelle on n'obtient que rarement du minérai pur (stufferze). Toute l'opération, qui s'exécute sur des platines de fer, n'a d'autre but que de séparer la gangue stérile d'avec le minérai à bocarder, et de donner à ce dernier une grosseur

à peu près égale et convenable pour les bocards, auxquels ils arrivent par des couloirs.

Les quatre bocards sont situés l'un au dessous de l'autre, pour utiliser l'eau motrice aux diverses chutes, et le roschpockwerk est situé au point le plus bas. Il a fallu se régler ici d'après la localité, qui nécessitait une grande économie d'eau; ce qui est aussi cause que l'on a plutôt cherché, par l'emploi de ces quatre bocards supérieurs, à triturer le minérai qu'à le classer en divers produits aussi complétement qu'il eût été possible dans d'autres circonstances. Cette classification ne pouvait avoir lieu en haut auprès de la mine que tout à fait en gros, et devait s'effectuer complétement à Bockstein, parce qu'on y avait l'eau suffisante à disposition. Par la raison mentionnée ci-dessus, on ne trouve aussi au roschpochwerk supérieur qu'un labyrinthe très imparfait, ce bocard n'ayan, en général d'autre but que de servir à préparer les matières pour les autres roschpochwerks situés au bas de la montagne. Quant aux grobpockwerks, un labyrinthe serait superflu, parce qu'il faut admettre que le sable qui en résulte doit être entièrement soumis, comme riche, aux traitemens subséquens; en sorte que l'on ne doit que produire une séparation des sables et du grain destiné à repasser au bocardage.

Ce qui sort des 3 bocards est conduit, par des tuyaux de bois, au 4e. bocard inférieur ou au roschpochwerk, et c'est ici qu'a lieu le secouage du grain et sa séparation d'avec le sable au moyen de deux cribles superposés, formant des angles d'environ 25° avec l'horizon, et auxquels on imprime, dans cette position, un mouvement d'oscillation. Le tamis supérieur, qui reçoit d'abord les produits

écoulés des grobpochwerks, a les mailles plus ouvertes que le second. Les grains tamisés se rassemblent isolément, pour donner au roschpochwerk un grain aussi uniforme que possible, et il est muni de grilles en tôle dont les orifices ont divers diamètres, suivant les circonstances. Quant aux sables qui traversent les deux tamis, ils sont descendus à Bockstein par le moyen des tuyaux, en se mêlant avec les grains mentionnés ci-dessus, et repassés au roschpochwerk; et ce n'est qu'en bas qu'a lieu la séparation complète des sables d'avec le grain, qu'il n'était pas possible d'effectuer à la mine, soit par les motifs déjà expliqués, soit parce que les produits divers devaient s'écouler par un seul et même conduit.

Au pied de la montagne où se terminent ces tuyaux, les produits, à leur arrivée, sont reçus par deux tamis inclinés, et mus de la même manière que les précédens, mais dont les orifices sont plus petits. C'est sur ceux-ci qu'a lieu la séparation réelle des sables et des grains produits par le grobpochen.

Les schlammes du grobpochen sont immédiatement portés sur les tables à secousses et à purifier, et le sable qui s'écoule de ces tables est repris dans les bourbiers, pour être relavé comme after-schlamme.

Les grains du grobpochen sont repassés au roschpochwerk, qui se trouve aux laveries, et auquel est joint un labyrinthe complet, qui, dans ses parties antérieures, n'est autre chose qu'un canal sans pente, muni de liteaux.

L'eau ne doit jamais affluer trop fortement dans l'auge du bocard, afin qu'à sa sortie elle ne jaillisse pas avec force dans le premier canal, ou

bien afin qu'elle n'acquière pas une grande vitesse dans son écoulement.

Par le moyen des liteaux, on produit la séparation du gros sable d'avec le sable fin. Il ne faut donc pas les introduire trop tôt ni trop tard, mais seulement quand les bourbes ont presque atteint leur surface supérieure, parce qu'autrement il resterait trop de schlamme tenace avec le gros grain, ou bien celui-ci, qui doit se déposer dans la première partie du canal, s'écoulerait dans la suivante.

Les différentes séparations du canal sont disposées les unes au dessous des autres à des hauteurs telles qu'on n'ait pas à risquer de dépôts nuisibles.

La partie supérieure qui donne le plus gros sable, ou le kernmehl, a 16 pieds de long sur 3 pieds de large : elle se compose de trois canaux pareils, placés l'un à côté de l'autre, afin que l'un se remplisse, tandis que le bocardeur vide le second et prépare le troisième. Leur profondeur est de 2 pieds. Chaque liteau a 1 $\frac{1}{4}$ pouce de hauteur, et on en superpose successivement jusqu'à 14 ou 15 avant que les canaux soient tellement pleins qu'il faille les vider.

A sa sortie du canal du kernmehl, la bourbe se rend dans un second canal horizontal également muni de liteaux, et dans lequel se dépose le kernschlamme intermédiaire entre le kernmehl et les autres produits plus divisés, qui prennent le nom de schlammes. Ces derniers se déposent dans un troisième canal très grand, en forme de bourbier, formé par la réunion de plusieurs bassins, par lesquels les eaux doivent d'abord passer avant de se rendre dans la rivière.

Le kerumehl est traité aux tables à secousses séparément, et on n'en retient que la partie supérieure, tandis que la partie inférieure est entraînée. Le keuptel resté sur la table est porté sur une table à purifier, où on l'amène à l'état de schlich.

Les déchets des diverses tables à purifier, ainsi que ceux des tables à secousses et à purifier, qui travaillent les schlammes de grobpochen, se rendent, avec les bourbes qui ont passé par le canal du kernschlamme, dans des bassins, d'où on les extrait de temps à autre pour les repasser aux tables à secousses et à purifier.

Les kernschlammes sont pareillement portés sur des tables à secousses et à purifier, qui ne se distinguent que par leur inclinaison, leur poussée et la quantité d'eau de lavage.

Il en est de même du travail des schlammes du roschpochwerk, et des schlammes qui s'écoulent des tables à secousses et à purifier, parce que chaque espèce de sable et de schlamme a besoin d'une inclinaison et d'une manipulation diverse.

Les tables à secousses, et en particulier celles qui ont à travailler les bourbes les plus tenaces, sont munies d'un agitateur, afin que les schlammes se partagent non seulement sur toute la table, mais encore qu'ils s'y rendent en quantité constante; un pareil moulinet est de la plus grande importance pour la bonne réussite du travail, parce que les bourbes arriveraient tantôt d'une manière intermittente, tantôt en pelotes, tantôt en filets minces, en sorte que leur affluence ne serait jamais d'accord avec la marche de la table, et que toute l'opération serait mal faite.

On distingue sur chaque table à purifier trois

parties; savoir, la première vers le chevet, qui a 6 pouces de large, et qu'on nomme la tête; elle retient l'or natif; c'est pourquoi on la soumet d'abord à l'amalgamation avant les fondages. La seconde partie, qui a 16 pouces, est envoyée à l'usine de Lend comme schlich pur, et la partie inférieure, qui doit de nouveau repasser au lavage, sur les mêmes tables.

Quoique, par suite de la séparation du travail des grobpochwerks et des roschpochwerks, la préparation mécanique soit un peu embrouillée, en ce que le sable du grobpochwerk doit passer deux fois par les tamis, ce qui n'aurait lieu qu'une fois dans une localité plus favorable, cependant toute la préparation mécanique de Bockstein est aussi simple que complète; ce qui est évident par la stérilité absolue des afters qui se rendent dans la rivière, et cette réussite doit être attribuée autant à la bonne disposition du bocard et des tables qu'à la marche adoptée.

Les pilons des bocards sont en mélèze et munis de mentonnets. Leurs armures sont en fonte; celles des grobpochwerks pèsent 90 livres, et celles des roschpochwerks seulement 45 livres.

Le grobpochwerk est à trois levées et se compose de cinq batteries; le roschpochwerk est à cinq levées et de cinq batteries. Le pilon du milieu est le dégrossisseur dans l'un comme dans l'autre; cependant la trémie par laquelle on charge ayant la longueur de toute l'auge, elle se trouve verser sous tous les pilons à la fois.

Les bocards étant posés sur la roche, un muraillement pour les fondations était inutile, et immédiatement sur les semelles se trouvent les soles en fonte, élevées de 24 pouces au dessus du

niveau du sol de la laverie pour le grobpochwerk, mais au niveau du canal du kernmehl pour le roschpochwerk.

Les pilons se meuvent très exactement entre les moises, et ne sont séparés les uns des autres que par des clavettes de 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur; c'est surtout pour le roschpochwerk que la plus grande propreté et exactitude ont été employées.

L'auge, pour chaque batterie, a 30 pouces de long et 8 pouces de large. Au lieu des cloisons ordinaires, ses deux côtés longs sont fermés avec des cadres verticaux, munis, pour le grobpochwerk, de baguettes de fer forgé, et pour le roschpochwerk de grilles en tôle trouée. Les baguettes du premier ont $\frac{1}{2}$ pouce d'équarrissage, et elles sont juxtaposées à leurs angles, laissant entre elles un intervalle de 3 lignes environ.

Pour éviter l'éclaboussure, le sable et le grain qui s'écoulent entre les ouvertures des barres sont reçus dans des auges de bois closes latéralement, et munies d'un couvercle, pour se rendre aux tamis de séparation. Les mailles de ceux-ci sont de $\frac{3}{16}$ pouce carré pour le tamis supérieur; quant à l'inférieur, il a, sur une surface d'un pouce carré, environ quatre-vingts orifices.

Les tôles des roschpochwerks ont des trous de $\frac{1}{12}$ pouce de largeur, et sont disposées de manière que la bavure en entonnoir est tournée vers l'intérieur de l'auge. Il serait peut-être préférable d'employer des grilles en fil de fer, comme cela a lieu aux bocards de la Carinthie.

Le nettoyage et le dégagement des orifices se font au moyen de marteaux adaptés à chaque batterie, et dont le choc produit un ébranlement suffisant. Dans les deux espèces de bocards, les

grilles ou les tôles sont posées à environ 2 pouces au dessus du fond de l'auge, et les pilons doivent d'ailleurs toujours travailler sur la sole de fonte et jamais sur une sole en minérai, surtout dans les grobpochwerks.

Les tables à secousses ont 12 pieds de long et 6 pieds de large ; leurs mécanismes et leurs chaînes de suspension sont d'ailleurs disposés à l'ordinaire.

Généralités sur le lavage de Pfingswiese et détails de construction du bocard.

Le bocard de la mine de Pfingswiese, dont on doit l'invention à M. Von-Ey, directeur de cet établissement, remarquable sous bien d'autres rapports, est caractérisé par la disposition de son auge, dans laquelle la sole ordinaire est remplacée par une grille, disposition qui doit donner lieu à un écoulement aussi rapide que possible des matières écrasées, puisqu'elles sont entraînées à la fois par leur propre pesanteur, par le choc du pilon et le cours d'eau affluent. Toutes ces circonstances favorables ne se rencontrent pas réunies dans un bocard à grille verticale ; mais cependant cet avantage n'est pas aussi grand qu'il le paraît au premier coup-d'œil, parce que l'épaisseur à donner aux barreaux des grilles, pour qu'elles puissent résister aux chocs des pilons, en diminuant la somme des surfaces d'écoulement, retarde par cela même la sortie des matières. Néanmoins, l'emploi de ce bocard a présenté de grands avantages sur les autres, en sorte qu'on s'est décidé à le conserver à l'établissement, où il fonctionne déjà depuis plusieurs années.

Avant de donner la construction de ce bocard, je vais parler des modifications du système de préparation mécanique en général, comparati-

vement à celui de Bockstein; car le minérai étant assez riche à Pfingswiese, on est dans le cas d'employer le setzfass, ce qui ne pouvait se faire avantageusement à la première localité.

La première opération à laquelle on soumet le minérai est un cassage et triage, qui fournit, indépendamment du stérile et des minérais cuivreux et blendeux dont je fais abstraction, du riche, destiné pour la fonderie après un simple bocardage à sec, du menu, que l'on envoie aux setzfass, et du médiocre gros qui, étant réduit à la grosseur à peu près uniforme d'une noix, est destiné au bocardage. On le charge à la pelle sur toute la longueur de l'auge, et en petite quantité à-la-fois, afin de ne pas donner lieu à la formation d'une sole de minérai qui obstruerait les orifices d'écoulement. Les pilons de ce bocard vont très-lentement; mais ceci tient à une circonstance indépendante de sa construction, car on n'opère ainsi que pour éviter l'emploi de deux hommes. En effet, si les pilons fonctionnaient plus vite, le bocardeur ne pourrait suffire au tamisage subséquent des sables dont il est aussi chargé.

J'observerai, à cet égard, que le bocard étant composé de trois batteries à quatre pilons chaque, on trouverait peut-être de l'avantage à construire un bocard analogue avec cinq pilons par batterie, et à les faire fonctionner avec toute la rapidité dont ils sont susceptibles; ce qui donnerait de l'emploi à deux gamins, dont l'un serait chargé du tamisage, et l'autre du chargement du bocard.

A leur sortie de l'auge, les bourbes étaient autrefois reçues directement sur un crible, comme

cela arrive pour le minérai de Bockstein, mais dans un but différent; car dans cette dernière localité, on cherche, par le criblage, à séparer le menu qui est riche d'avec le gros qui l'est beaucoup moins, à cause de la masse des gangues dures qui s'y sont concentrées; tandis qu'à Pfingswiese, on cherche à obtenir le gros pour les setzfass et le menu pour les tables. Mais on a renoncé depuis à faire arriver ainsi les bourbes immédiatement sur le crible, parce que de cette manière les grains retenaient toujours des schlammes fins, qui les embourbaient, et gênaient lors du lavage aux setzfass. On reçoit donc actuellement le minérai, à sa sortie de l'auge, dans une caisse à pente verse, où se dépose le plus gros sable pour le tamisage; à sa suite se trouve un canal rectiligne, où se dépose un sable plus fin pour les tables à secousses; enfin, les labyrinthes même formés par une série de bourbiers, où se déposent les schlammes tenaces, destinés, soit aux tables à secousses, soit aux tables jumelles, suivant leur degré de ténuité.

Le grain extrait avec une pelle de la caisse à pente verse, au fur et à mesure qu'il s'y accumule, est jeté par le bocardeur sur un crible peu incliné, d'environ 3 pieds de long sur 1 $\frac{1}{2}$ de large, qui reçoit un mouvement intermittent de bascule dans une direction verticale, en tournant d'une certaine quantité autour d'une charnière fixée à sa partie antérieure et retombant sur sa partie postérieure, mouvement qui lui est imprimé par le moyen d'un tirant et d'un levier mu par des cames adaptées exprès à l'arbre tournant du bocard. Ce crible est à deux fonds garnis en tôle, et dont les orifices ont des bavures tournées en l'air. Le but de ce tamisage est donc non

seulement de séparer le gros du menu, mais encore de classer, pour les setzfass, les grains suivant un ordre de grosseur, les plus gros sables étant retenus par le fond supérieur, les moyens par celui inférieur, d'où ils sont déversés par un conduit dans des cases respectives, et ce qui passe au travers va rejoindre les labyrinthes des sables fins obtenus directement par le bocardage et destinés aux tables. On fait d'ailleurs affluer sur cette machine de classement un courant d'eau pure, afin que les minérais soient bien débourbés; ce qui est la raison pour laquelle on a rejeté l'ancienne disposition du criblage, ainsi que je l'ai déjà observé.

On obtient ainsi en résumant :

A. Par le triage à la main,

1°. Stérile et minérais cuivreux ou blendeux, rejetés ou traités isolément;

2°. Menu destiné aux setzfass;

3°. Médiocre à bocarder.

B. Par le bocardage et la machine de classement,

1°. Gros pour les setzfass;

2°. Moyen pour les setzfass;

3°. Menu et tenace pour les tables à secousses et jumelles.

Il n'entre pas dans mon projet de décrire plus au long les lavages, ni de mentionner les subdivisions que l'on obtient par le traitement de ces premières classes, ayant occasion de revenir par la suite sur cet objet. Je vais donc seulement décrire la construction du bocard dont il est question, n'ayant eu d'autre but, dans ce qui précède, que de faire connaître la marche générale que son emploi fait adopter.

Sur la sole en bois A (Pl. XII, *fig.* I et II), élevée

de quelques pouces au dessus du niveau de la laverie, et qui présente une pente inclinée vers les labyrinthes pour faciliter l'écoulement du minérai, on pose une semelle B en fonte d'environ 1 pouce d'épaisseur, occupant toute la surface du fond de l'auge.

Sur cette semelle B et pour rétablir l'horizontalité, on dispose perpendiculairement aux côtés longs de l'auge quatre coins *y* en fer, servant de supports à la grille inférieure *z* (*fig.* III) de fer forgé, composée d'un encadrement ABCD, et traversée à son milieu par la barre *zz*, qui est rivée après. Les barres de cet assemblage ont 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'équarrissage. Il a les mêmes dimensions que l'intérieur de l'auge en longueur et largeur, et sert de support à la grille supérieure, composée 1°. d'une caisse R en fonte, sans fond, de 4 pouces de hauteur, occupant, comme la grille précédente, toute la longueur et largeur de l'auge : elle est destinée à recevoir les barres de la grille sur laquelle s'opère le bocardage. Intérieurement, cette caisse est plus évidée en bas qu'en haut, et elle est assujettie contre les parois de l'auge au moyen de coins de bois et des épaules *bb*, cloués contre les montans du bocard, de manière à ne pouvoir vaciller et à être parfaitement appuyée de tous côtés.

2°. De barreaux mobiles en fonte dure, provenant de la fusion des minérais de fer spathique pour l'acier.

Ces barreaux mobiles, *fig.* IV, ont aussi 4 pouces de hauteur *ab* sur 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur, et sont façonnés de manière à entrer exactement dans l'encadrement R précédent. Ils sont donc, à cet effet, plus larges en bas qu'en haut, ainsi que le

fait voir la *fig.* IV. Indépendamment de cela, on leur donne une certaine dépouille de haut en bas, de manière qu'ils présentent aux pilons la tranche la plus large. Cette disposition a été adoptée pour que le minérai, une fois engagé entre les barres, puisse en sortir de lui-même; autrement, le tout serait bientôt engagé. Enfin, pour maintenir ces barres à des espaces uniformes, elles sont munies de saillans *ff*, d'environ 1 ligne de proéminence et plus, si l'on veut un grain plus gros. Ces barres sont en outre fixées fortement, en les serrant les unes contre les autres au moyen de coins de fer; ce qui leur fait former, pour ainsi dire, une seule masse avec leur encadrement R. Un pareil grillage dure une demi-année et plus, quoique le minérai soit très-quarzeux; et même comme la dépouille est très-faible, quand les barreaux sont usés à la moitié de leur épaisseur, on retourne tout le système pour l'utiliser encore de cette manière.

Amélioration du bocardage à Freyberg.

Si l'on se rappelle les mémoires de M. d'Aubuisson, insérés dans le *Journal des Mines de* 1803, sur les lavages de Freyberg, on y verra que, d'après des expériences faites avec soin, on avait renoncé à l'ancienne méthode de bocardage dite *à la bonde*, pour la remplacer par celle dite *à la fente*, à laquelle on a trouvé des avantages sous divers rapports. On vient récemment de reprendre, à la mine de Himmelfurst, une nouvelle série d'expériences sur ce sujet. Il en est résulté qu'en faisant écouler les sables par les deux côtés longs de l'auge, munis d'une grille composée de barres de fer demi-cylindriques et verticales, et qu'en bocardant sur une sole peu profonde, on

gagnait du temps dans le rapport de 3 à 2, comparativement au mode de bocardage à la fente, et en même temps on a obtenu des sables plus gros et plus égaux.

Ces résultats, obtenus d'ailleurs déjà depuis plusieurs années en France, ne sont pas à comparer à ceux de M. Schroll, à Bockstein; car, ce qui caractérise essentiellement sa méthode, c'est d'obtenir, par les bocardages répétés et les criblages subséquens, du menu riche en minérais tendres et du gros presque stérile, composé de gangues dures, et par conséquent d'opérer, par le bocardage seul, une véritable séparation au lavage.

A Freyberg, par l'emploi du bocard à grille et à sole élevée, on a d'ailleurs diminué notablement la perte en argent, qui s'élevait jusqu'à quarante pour cent dans le procédé à la fente. Cependant, pour éviter encore cette dernière perte toujours notable, on vient, à diverses mines de ce canton, d'adapter aux extrémités des labyrinthes de très larges et longs bourbiers, dans lesquels se déposent des schlammes extrêmement tenaces, et que l'on envoie directement à l'usine, à cause de leur richesse en argent comme minérais maigres et pauvres.

On a même, pour éviter la forte perte en argent à Beschert-Gluck et à Himmelfurst, trouvé des avantages notables à séparer la majeure partie du minérai, considérée autrefois comme minérai de bocard; et suivant que les parties métalliques y sont disséminées en grains fins ou gros, on les bocarde simplement à sec, ou bien on les soumet à un cassage, puis au lavage aux setzfass, pour les envoyer ainsi à la fonderie.

Gensanne, d'après un rapport de Dolomieu, fait en 1797, inséré dans le *Journal des Mines*, avait déjà introduit en France cette marche pour le minérai de la mine de la Picardière, dépendante de la concession de Villefort, qui donnait lieu à une grande perte d'argent dans les bocardages et lavages ordinaires.

On conçoit au reste aisément que cette marche ne peut être adoptée qu'en raison de la richesse en argent, vu le bas prix du plomb dans les circonstances actuelles.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Fig. I. Coupe longitudinale de l'auge du bocard.

Fig. II. Coupe transversale.

Fig. III. Plan de la grille inférieure.

Fig. IV. Plan, coupe et élévation d'un barreau de la grille supérieure.

S, S, S, S. *Fig.* I et II : madriers formant les vraies parois de l'auge.

TTT. *Fig.* I et II : orifices d'écoulement des bourbes, pratiqués dans les madriers des parois de l'auge dans les intervalles laissés entre les coins *y*, *yy*.

U, U, U. *Fig.* I et II : colonnes du bocard.

De la production et de l'affinage de la fonte provenant des minérais phosphoreux; par M. Karsten. (*Arch. métal.*, t. 15, p. 3.) — [Extrait.]

On sait que les minérais de fer phosphoreux produisent de la fonte qui est souvent très-propre à confectionner des objets de moulerie, mais que cette fonte ne donne à l'affinage que du fer cassant à froid : le fer cassant à froid ayant la propriété de se laisser facilement forger à toute température, et étant susceptible de recevoir un très-beau poli, peut être employé avec avantage dans diverses circonstances; mais comme la ténacité est la propriété la plus recherchée dans le fer, on a fait beaucoup de tentatives pour tâcher d'extraire du fer tenace des minérais phosphoreux. Il aurait été essentiel, avant tout, de bien connaître la manière dont se comporte l'acide phosphorique en présence de l'oxide de fer et des scories dans les fourneaux; mais cela n'a pas encore été examiné à fond, et c'est pour remplir cette lacune que j'ai entrepris d'analyser tous les produits des usines de Torgelow en Poméranie, et de Peitz en Neumark, où l'on traite des minérais des prairies très-phosphoreux.

On n'a recherché la quantité d'humidité que dans les minérais de Peitz. 100 parties de minérais traités à Torgelow, secs, ont donné :

	1re.	2e.	3e.	4e.	5e.	6e.	7e.	8e.
Perox. de fer..	56,05	51,29	62,21	61,35	23,24	59,46	46,74	43,00
Protox. de fer.	0,40	7,50	3,70	1,70		0,45	0,10	0,45
Oxide de manganèse.......	2,60	3,20	1,90	2,00	20,40	2,10	0,60	1,80
Acide phosph.	1,75	3,91	4,04	4,44	2,01	3,64	0,06	0,80
Eau combinée.	22,60	29,10	21,20	21,31	21,85	17,75	16,80	22,05
Silice..	12,20	3,89	4,50	5,70	7,75	3,90	4,50	12,60
Bitume.......	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sable.........	4,30	1,01	2,35	3,40	24,65	12,60	27,10	19,20
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

100 parties des minérais traités à Peitz ont donné :

	1re.	2e.	3e.	4e.	5e.	6e.	7e.	8e.	9e.	10e.
Perox. de fer..	57,50	48,5	50,50	53,0	47,55	44,4	44,55	39,85	55,65	49,6
Protox. de fer	2,25	1,	3,90	2,2	2,70	9,5	2,40	7,20	2,80	1,1
Oxide de manganèse	0,25	1,4	0,60	0,8	0,30	1,1	1,50	1,75	1,25	5,6
Acide phosph.	3,90	3,2	2,80	2,8	2,50	3,1	3,70	3,40	2,50	23,0
Eau..........	19,70	24,4	16,20	16,7	16,00	17,2	20,50	18,20	17,60	23,60
Silice.........	4,95	2,5	6,20	8,6	7,15	6,8	6,95	7,75	5,15	5,90
Bitume........	0,10	0,1	0,10	0,1	0,10	0,1	0,10	0,10	0,10	0,10
Sable..........	10,05	8,3	18,75	14,7	22,75	16,1	18,90	20,75	11,35	13,30
Carbonate de chaux......	1,30	0,8	0,95	1,1	0,75	1,7	1,40	1,00	1,60	1,40
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

La quantité d'humidité perdue par la dessiccation à la température de l'eau bouillante a été pour les minérais de Peitz :

1re. variété 6,2 p. cent; 2e. v. 7,4 ; 3e. 6,2 ; 4e. 6,7 ; 5e. 6,6 ; 6e. 5,9; 7e. 8,1 ; 8e. 6,9; 9e. 5,9; 10e. 6,95.

La castine employée au haut-fourneau de Torgelow était du calcaire bleu de Rudersdorf. On en chargeait 9,6 livres par quintal du mélange de minérais; ce calcaire renfermait :

Carbonate de chaux.....	92,90
Carbonate de magnésie.	0,95
Eau.	0,45
Silice.	3,34
Alumine.	1,45
Protoxide de fer.	0,70
Magnésie.	0,06
Bitume.	traces.
Acide phosphorique.. . .	traces.
Acide sulfurique.......	0,00
	99,85

La castine employée au haut-fourneau de Peitz

était absolument la même que pour le haut-fourneau de Torgelow. On en chargeait 11,5 livres pour 110 livres de minérais mélangés. Le mélange de minérais à Torgelow était *sur* 6,000 *parties :*

		Contenant fer.	Ac. phosph.	
4400	1re. variét.	1723,48	77,000	
200	2e. ——	82,50	7,82	
400	3e. ——	183,96	16,16	
200	4e. ——	87,70	8,88	
200	5e. ——	32,22	4,02	
200	6e. ——	83,14	7,28	
200	7e. ——	64,96	8,12	
200	8e. ——	60,52	1,61	
6000		2318,46	130,88	corr. à phosph. 57,54.

Le mélange de minérais à Peitz était sur 9872 parties :

		Renfermant fer.	Ac. phosph.	
3268part.	1re. v.	1371,57	104,576	
1616 ——	2. —	614,14	45,248	
1667 ——	3e. —	635,45	51,677	
1626 ——	4e. —	679,34	63,531	
1019 ——	5e. —	355,85	25,395	
676 ——	6e. —	232,54	37,878	
9872		3888,89	328,305	cor. à phosph. 144,34.

Le fourneau de Torgelow étant en bonne allure, le laitier était de couleur blanche bleuâtre, et plutôt émaillé que vitrifié. Sa pesanteur spécifique était 2,6222. Le laitier de Peitz présentait un aspect analogue : sa pesanteur spécifique était 2,6862.

L'analyse a donné :

	Pour le laitier de Torgelow.	Pour le laitier de Peitz.
Silice	63,55	70,12
Alumine	3,80	6,25
Protoxide de fer	1,75	1,45
Protox. de manganèse	3,95	1,40
Chaux	23,95	19,71
Magnésie	1,20	0,70
Acide phosphorique	0,02	à peine une trace.
	98,22	99,63

La fonte du haut-fourneau de Torgelow, provenant d'une bonne allure, était médiocrement grise, d'une pes. spéc. = 6,9988. Celle du haut-fourneau de Peitz n'était également pas entièrement grise; elle avait une pesanteur spécifique = 6,9814. Comme une détermination exacte de la quantité de carbone combiné n'était pas l'objet des recherches, on ne s'y est pas attaché. On a d'ailleurs trouvé :

	Dans la fonte de Torgelow. Sur 100 parties.	Dans la fonte de Peitz. Sur 100 parties.
Silicium	0,400	0,17
Graphite	2,600	1,93
Manganèse	2,765	0,86
Phosphore	3,107 (moy. de 3 esp.)	5,54

Comme les traces d'acide phosphorique que j'ai trouvées dans les laitiers proviennent de quelques fragmens imperceptibles de fonte mélangés, on est en droit de tirer des analyses précédentes cette conclusion d'une haute importance pour les métallurgistes : *Que dans la fusion des minérais phosphoreux au haut-fourneau, il ne passe pas la moindre trace du phosphore des minérais dans les laitiers, et que c'est dans la fonte que se retrouve en totalité ce corps simple, combiné avec le fer à l'état de phosphore* (1).

(1) M. Berthier, dans un mémoire inséré dans les *Annales*

On remarquera que la quantité de phosphore est plus grande dans la fonte de Torgelow et surtout dans celle de Peitz que ne semblerait l'annoncer la composition des minérais. Cela doit être attribué 1°. à ce que la quantité de mine bleue (fer phosphaté) est inégalement répandue dans le minérai, et se trouve par cette raison accidentellement plus grande dans les lits de fusion que dans les mélanges pris pour l'analyse; 2°. à ce qu'une partie du phosphore des cendres passe toujours dans la fonte, fait bien certain, puisque je n'ai jamais analysé de fonte qui ne contînt du phosphore, quels que fussent les minérais dont elle provenait.

Affinage de la fonte phosphorée. — Cet affinage a lieu à Torgelow dans un feu de forge ordinaire de la manière suivante : on emploie pour chaque opération environ 288 livres prussiennes de fonte; la fusion s'opère pendant le forgeage du lopin. La fonte est en petits morceaux; on en dispose une partie dans le creuset en face de la tuyère; une autre partie un peu audessus du niveau de la tuyère vers la face du con-

---

des Mines, avait déjà annoncé qu'il paraissait impossible qu'une certaine quantité du phosphore des minérais ne passât dans la fonte; mais il résulte de ses expériences la probabilité qu'un excès de castine en ferait passer dans les laitiers au moins une partie à l'état de phosphate de chaux. Le résultat annoncé par l'auteur nous paraît donc avoir besoin d'être confirmé par l'analyse d'un grand nombre de laitiers provenant de fourneaux où l'on fond des minérais phosphoreux avec une grande quantité de castine, comme en Angleterre : ils le sont déjà en partie par celles de cinq laitiers de fourneaux à coke, publiées dans le mémoire précité de M. Berthier. *P.*

trevent. Le forgeage des lopins et la liquéfaction de la fonte demandent quatre heures; pareil temps est nécessaire pour affiner et achever la loupe. A chaque affinage, on prend par attachement 60 à 70 livres de fer.

C'est pendant la fusion que l'on ajoute les scories et battitures provenant du travail précédent; on en met une partie dans le creuset, une autre près du contrevent avec la fonte; néanmoins, les scories provenant d'une seule opération ne suffisent pas toujours : quand l'allure est trop sèche, il faut en ajouter une plus grande quantité. Après deux heures de feu, on procède à la première percée, les scories qui en proviennent sont rejetées comme scories pauvres, ainsi que toutes celles qui se produisent pendant la fusion de la fonte: on renouvelle la percée toutes les fois que les scories s'élèvent au niveau de la tuyère; on les voit noircir sous l'action du vent : on les fait couler cinq à six fois pendant cette première période de l'opération.

Le temps nécessaire pour le forgeage sert de guide pour la conduite de la fusion; on l'accélère ou on la ralentit convenablement; dans le dernier cas, on empêche le métal de descendre trop cru dans le creuset, en le soulevant du côté du contrevent. Quand la fusion est terminée, que le métal, dans la direction du vent, a déjà pris quelque consistance, on suspend le jeu des soufflets, on soulève la fonte et on jette de l'eau pour la solidifier complétement. La masse sortie, on nettoie et on débarrasse le creuset; on met de côté, pour les joindre à la loupe suivante, les fragmens qu'on y rencontre, et on le remplit de charbon frais. On renverse alors la loupe, en disposant les

faces en sens inverse des positions qu'elles occupaient précédemment. A partir de ce moment commence l'affinage proprement dit : on n'ajoute plus aucun fondant, mais seulement, de temps en temps, on répand dans le feu du calcaire bien pur réduit en poudre fine. En général, pendant toute cette période, on ne fait pas de percée pour les scories; elles demeurent dans le creuset et on les enlève seulement quand on fait les soulèvemens. La loupe étant disposée comme nous l'avons dit, on jette à sa surface une pellée de calcaire (3 liv. à 3 $\frac{1}{2}$ liv.), on la recouvre ensuite de charbon et on rend le vent.

Après quelque temps, on verse de nouveau deux pellées de calcaire (pesant chacune 2 $\frac{1}{2}$ à 3 liv.) sur les charbons qui recouvrent la loupe: on s'arrange de manière à répandre la troisième pellée un peu avant que le fer ne soit redescendu au-dessous du niveau de la tuyère. Quand les choses en sont à ce point, on soulève de nouveau la loupe et on la place sur l'aire; on remplit le creuset de charbons frais et on répand pardessus une pellée de calcaire, qui forme un lit, sur lequel on pose la loupe sans la renverser ni la retourner. On la recouvre de charbons, et on verse par-dessus une pellée de calcaire. On rend le vent, on refond la masse une seconde fois, et, pendant cette opération, on répand encore sur les charbons deux pellées de calcaire. On soulève la loupe une troisième fois, et dans cette période, qui presque toujours est la dernière, on se conduit entièrement comme dans les deux premières. Lorsqu'après ce troisième soulèvement le fer est de nouveau redescendu à la tuyère, on n'ajoute plus de calcaire, mais on relève de nouveau la

masse; on ajoute du charbon frais, et on la replace sur le lit. On la laisse de nouveau s'abaisser pour prendre du fer par attachement; on enlève ensuite la loupe, et on débarrasse le creuset, qui se trouve prêt pour une nouvelle opération.

La méthode que l'on suit s'oppose à ce que l'on fasse couler les scories; mais, du reste, une percée ne serait pas possible, à cause de leur peu de fluidité. Elles forment une masse poreuse et pâteuse; leur aspect est plutôt celui d'une matière frittite que celui d'une matière fondue. Elles ont peu d'adhérence dans le creuset, et on les enlève par fragmens d'apparence très-variée; quelques-uns, particulièrement ceux qu'on retire des angles du creuset, présentent encore fort distinctement des fragmens de calcaire.

La quantité totale de calcaire employée pour une loupe est de 24 à 26 livres. La méthode suivie à Peitz est la même qu'à Torgelow.

La scorie crue à Torgelow était assez bien fondue : sa pesanteur spécifique = 3,9422. La scorie crue à Peitz était semblable : sa pesanteur spécifique = 3,6044. — On a trouvé dans la scorie crue

	de Torgelow,	de Peitz,
Protoxide de fer	61,25	67,28
Protoxide de manganèse	0,50	0,95
Acide phosphorique	16,48	14,74
Silice	17,20	10,82
Chaux	2,73	5,07
Alumine	0,20	0,15
Magnésie	0,10	} 0,05
Potasse	0,05	
	98,51	99,06

Les scories riches (gaare schlacken) étaient, à l'une et l'autre usine, mal vitrifiées, poreuses,

mêlées de petits grains de calcaire non fondus bien distincts. Pesanteur spécifique de celle de Torgelow, 3,8836. . . . . de Peitz, 3,3523. On a trouvé dans celle de Torgelow, de Peitz,

Protoxide de fer	85,50	80,16
— de manganèse	0,05	0,30
Acide phosphorique	4,66	9,36
Silice	5,60	7,21
Chaux	2,43	2,65
Alumine	0,10	0,08
Magnésie	traces	0,05
Potasse environ	0,05	
	98,39	99,81

Le phosphore se trouve dans les scories d'affinage à l'état d'acide phosphorique, combiné en partie avec la chaux, en partie avec l'oxide de fer. Les phosphates de chaux et de fer sont simplement mélangés et non combinés avec le silicate de fer dans les scories; car lorsqu'on traite celles-ci par un acide faible à froid même par l'acide acétique, une grande partie de ces phosphates se dissout sans que le silicate soit attaqué.

La proportion de phosphore contenue dans le fer forgé est très-variable. Une barre de Torgelow, qui pouvait être pliée plusieurs fois sur elle-même, en renfermait 0,75 p. 100 : une autre barre, peu tenace, en contenait 0,8143. On en a trouvé dans le fer de Peitz de 0,6987 à 0,8432 p. 100. Les diverses recherches que j'ai faites pour reconnaître l'influence du phosphore sur la ténacité du fer m'ont appris que lorsque ce métal n'en contient que 0,38 pour 100, il peut être assimilé au fer de première qualité; que 0,50 de phosphore diminue déjà la ténacité, mais qu'il en faut 0,60 au moins pour rendre le fer décidément cassant à froid.

On peut tirer les conséquences suivantes de tous les faits qui précèdent :

1°. Dans l'affinage de la fonte, le phosphore est converti par le vent du soufflet en acide phosphorique, qui se combine avec l'oxide de fer. La production de cet acide a lieu pendant toute la durée de l'affinage, mais bien plus abondamment au commencement qu'à la fin.

2°. Comme le phosphate de fer se réduit très-facilement au contact du charbon, pour éviter la reproduction du phosphure de fer, il faut faire écouler très-fréquemment les scories et jeter dans le foyer de la pierre calcaire, afin que la chaux enlève l'acide phosphorique à l'oxide de fer et s'oppose à la réduction de cet acide.

3°. Pendant la fusion de la fonte, on se contente d'ajouter des scories riches, parce que ces scories contenant à la fois de la chaux libre et un excès d'oxide de fer, agissent simultanément sur le phosphore et sur le charbon contenus dans la fonte.

4°. Dans la seconde période de l'affinage, la décarburation de la fonte ne s'opère plus par les scories, mais par l'oxide de fer que produit le vent des soufflets, et l'on ajoute de la chaux pour retenir l'acide phosphorique et empêcher la régénération du phosphure de fer.

5°. La plus grande différence qui existe entre ce procédé d'affinage et le procédé ordinaire consiste en ce que, dans le premier, l'addition de la chaux rend les scories pâteuses ; d'où il résulte une allure sèche dans le creuset : de là, la nécessité d'augmenter le vent pour élever la température, et de présenter successivement toutes les parties de la masse à affiner devant la tuyère, afin

qu'elles soient également échauffées : malgré ces précautions, on remarque toujours que le fer qui se trouve au contrevent est moins purifié et moins bon que celui qui se trouve du côté de la varme; toutes ces manipulations produisent d'ailleurs un grand déchet.

On a essayé à Peitz de partager la quantité de chaux qu'on emploie dans un affinage en deux parties, et d'en employer une partie dans la première période de l'opération ; mais on n'a obtenu aucun succès de cette pratique, et on en est revenu au mode que j'ai décrit.

On ne peut pas employer dans l'affinage au delà d'une certaine proportion de chaux : si l'on dépassait cette proportion, la scorie deviendrait trop réfractaire et le fer serait pailleux, difficile à souder et sujet à s'émietter sous le marteau. Les mauvaises qualités du fer préparé dans de telles circonstances tiennent à ce qu'il renferme alors une quantité notable de calcium en combinaison. Dans un échantillon de Peitz, j'ai trouvé 0,633 de phosphore et 0,17739 de calcium pour 100. J'ai reconnu que la présence de 0,10 pour 100 de calcium n'influe pas sensiblement sur les propriétés du fer, mais que 0,9 de ce métal lui communiquaient déjà de mauvaises qualités ; il faut moins encore de soufre pour gâter le fer, puisque 0,04 pour 100 suffisent pour le rendre très cassant à chaud, et si difficile à forger et à souder, qu'il se brise sous l'enclume.

L'oxidule de fer ainsi que le carbonate de chaux est sans action sur le phosphure de fer, mais à la chaleur rouge, les carbonates alcalins attaquent ce phosphure; car, si on lave la matière fondue, on trouve beaucoup d'acide phosphorique dans

la liqueur. D'après cela, on pouvait espérer qu'en substituant, en tout ou en partie, les carbonates alcalins à la pierre calcaire, on obtiendrait une déphosphuration plus complète du fer. On en a fait l'essai à l'usine de Peitz : on a employé de la potasse de Russie, qui contient du muriate et du sulfate de potasse. On a fait cinq expériences en ajoutant successivement 36, 28, 26 et 21 livres de potasse, et enfin 16 livres de calcaire et 8 livres de potasse contre 288 livres de fonte. On a obtenu, dans tous les cas, un fer cassant à froid et en partie aussi cassant à chaud, plus dur que le fer cassant à froid ordinaire et se soudant mal. La marche de l'opération a été très sèche, et il a fallu donner considérablement de vent pour brûler les charbons qui se recouvraient d'une couche de potasse fondue. La quantité de phosphore contenue dans le fer s'est élevée jusqu'à 0,897 pour 100 et les scories du second essai ont donné, à l'analyse, les élémens suivans :

	La scorie crue.	La scorie riche.
Protoxide de fer	66,75	76,80
Prot. de manganèse	0,82	0,55
Acide phosphorique	16,85	8,64
Silice	10,95	9,51
Chaux	3,49	0,95
Alumine	0,14	0,07
Potasse	0,94	3,42
Soufre	traces.	traces.
	99,94	99,94

La scorie crue était bien fondue, l'autre assez bien. Huit autres expériences ont eu lieu avec addition de 22 liv. de chaux et 2 liv. de potasse, on a obtenu un fer encore plus mauvais qu'auparavant. La propriété que possédaient ces fers d'être

cassans à chaud pouvant être attribuée à l'impureté du carbonate de potasse, à défaut de potasse pure, on a essayé l'emploi du carbonate de soude pur, et en définitive on est arrivé à cette conclusion, que les alcalis ne peuvent remplacer le carbonate de chaux dans l'affinage, parce que non seulement *ils diminuent la soudabilité du fer, mais encore lui communiquent une dureté que ne lui donne pas la chaux même en excès.* On a recherché les alcalis avec soin dans le fer en barres; mais on n'a pu y en trouver au delà de 0,05. On sait, du reste, qu'il suffit de 0,04 pour 100 d'argent pour diminuer sensiblement la soudabilité du fer; on s'étonnera donc moins de l'effet du potassium ou du sodium.

Il suit de tout ce qui a été exposé dans ce mémoire que le meilleur moyen qu'on puisse employer, quant à présent, pour obtenir de bon fer avec de la fonte qui contient du phosphore, est de l'affiner avec le plus grand soin en y ajoutant du carbonate de chaux.

NOTE

Sur des essais faits à Couvin, dans le but d'employer la chaux pour faire la sole des fourneaux de puddlage ;

Par M. H. DE VILLENEUVE, Aspirant au Corps royal des Mines.

On reproche avec raison aux fers fabriqués suivant le procédé anglais d'être toujours un peu cassans à chaud, et il serait en outre à désirer qu'en améliorant leur qualité on pût diminuer le déchet qui a lieu dans l'affinage. Dans quelques usines de l'Angleterre et de la France, on cherche à atténuer les défauts du fer en arrosant d'un lait de chaux la fonte liquéfiée ou fort ramollie sur la sole du fourneau à puddler; on parvient, en effet, par ce moyen, à séparer une partie du soufre et peut-être du phosphore qui auraient altéré la qualité du métal ; mais à côté de cet avantage se trouve l'inconvénient d'une dégradation très-rapide de la chemise du fourneau, produite par la fusibilité que possède le composé formé par la silice et l'alumine des briques avec cette terre alcaline.

Dans l'affinage ordinaire exécuté sur une sole de sable, la silice, absorbant de l'oxide de fer à mesure qu'il s'en forme, nuit bien visiblement à la réaction que cet oxide doit opérer sur le carbone combiné dans la fonte, et, sous ce rapport, contribue à augmenter le déchet et à prolonger la durée de l'opération : d'où résulte une plus grande consommation de combustible que s'il ne se trou-

vait point de silice en présence du fer pendant l'affinage. C'est par suite de ces inconvéniens bien reconnus que l'on préfère assez généralement aujourd'hui se servir de soles formées de scories : on y trouve plus de facilité et de promptitude dans l'opération ; mais aussi le fer est moins bon que celui qui est fabriqué sur les soles en sable.

Guidé par des aperçus théoriques, j'ai pensé que l'on pourrait former une sole d'affinage avec de la chaux vive, et dans le but d'éviter les inconvéniens des soles siliceuses, il m'a semblé que l'on pourrait établir, sur les plaques de fonte qui supportent la matière quelconque formant ordinairement la sole, une première couche de brasque bien battue, sur une épaisseur d'environ 5 centimètres, et qui se relèverait vers les bords, afin de préserver les briques du pourtour du fourneau ; et, par-dessus, un lit de chaux vive sur lequel le métal serait travaillé ; il m'a semblé que cette sole serait suffisamment consistante et peu attaquable dans l'opération du puddlage ; il était d'ailleurs évident que l'on pourrait la préparer de la même manière que celle dont on fait usage pour le raffinage du cuivre noir au fourneau à réverbère.

Enfin, lorsque la surface serait dégradée, on pourrait la rétablir à l'aide de quelques pelletées de chaux en poudre jetées dans les endroits creux.

Toutefois il était facile de pressentir que pour l'affinage de la vieille ferraille ces soles ne pourraient être avantageuses qu'autant que l'on aurait soin de projeter à la superficie du métal un peu de charbon ou quelque matière propre à ré-

duire l'oxide qui recouvre le métal que l'on veut souder.

Cette même espèce de sole serait également susceptible d'être appliquée aux fourneaux de chaufferie, en ayant soin d'y introduire quelque substance propre à réduire l'oxide de fer adhérent aux morceaux qui forment les trousses ; chaque barre pourrait être recouverte de quelque matière végétale ou animale ; une amélioration semblable a déjà été indiquée, dans les *Annales des Mines,* pour les soles de chaufferies, que l'on a proposé de recouvrir de rognures de cuir, afin de diminuer le déchet.

Nous allons faire connaître les résultats des diverses tentatives entreprises dans le but de vérifier les avantages que semble promettre l'emploi des soles en chaux dans les fourneaux de puddlage.

1er. *essai.* En mars 1828, me trouvant à Couvin, M. Hannonet, propriétaire de ce bel établissement, voulut bien me permettre d'entreprendre quelques essais dans un fourneau à puddler. Obligé de procéder rapidement, je dus me contenter d'opérer dans un de ceux qui étaient en feu ; je fis jeter sur la sole une couche d'escarbilles, telles qu'on les ramassait dans le cendrier ; ensuite on disposa sur ce premier lit une couche de chaux vive en poudre passée au tamis, et épaisse seulement de quelques lignes ; on l'unit le mieux possible avec une pelle, et ayant ensuite fait chauffer le four comme si l'on venait de réparer une sole en sable, on y introduisit la charge ordinaire consistant en 260 kilogrammes de fonte : l'opération suivit son cours habituel ; mais lorsqu'on brassait, le ringard perçait

la couche de chaux, et le charbon se trouvant en contact avec la fonte s'incorporait dans la masse, retardait l'affinage et rendait le fer cassant. Les loupes obtenues donnaient ces jets de flamme bleuâtre que l'on remarque sur les massiots extraits des feux d'affinerie au charbon de bois; on eut beaucoup de peine à les cingler.

Il était évident que l'épaisseur de la couche de chaux s'était trouvée trop faible dans l'opération précédente; il convenait donc de recommencer celle-ci en remédiant à cet inconvénient. Ce fut M. Varin qui, en mon absence, entreprit un nouvel essai dans la même usine.

2e. *essai.* Le 29 avril suivant, on fit un mélange de cinq volumes de chaux éteinte en poudre et d'un volume de sable. L'ouvrier répandit uniformément ce mélange sur la sole en sable du fourneau de puddlage; M. Varin aurait désiré remplacer tout le sable de l'ancienne sole par le mélange ci-dessus; mais cela devenait impossible, parce que le fourneau étant en feu depuis vingt-quatre heures, on ne voulut pas le laisser refroidir pour exécuter cette opération.

A huit heures cinquante-cinq minutes, la sole était préparée et l'épaisseur de la couche de mélange avait été portée à 9 lignes; les portes du fourneau furent fermées; on laissa la sole s'échauffer, comme à l'ordinaire, lorsqu'on vient d'en réparer une en sable.

A neuf heures quinze minutes, on chargea 285 kilogrammes de fine-metal, qui parut de médiocre qualité; il provenait d'une fonte au coke; il était terne et compacte dans sa cassure; la sole commençait à se ramollir et cédait sous le poids de la fonte. Au bout de quinze minutes, on ou-

vrit la petite porte pour changer de place les morceaux de métal : la sole était fort ramollie ; on apercevait çà et là, dans les endroits où elle se montrait à découvert, des bulles qui la soulevaient.

A neuf heures quarante-cinq minutes, l'ouvrier, reconnaissant que le métal allait fondre, commença à brasser avec le ringard; la sole entra totalement en fusion et produisit une grande quantité de scories ; à dix heures quinze minutes, l'affineur n'était pas encore disposé à former les boules ; néanmoins on retira une portion du fer, environ 2 kilogrammes; il fut forgé avec soin, étiré en barre sous le martinet, et le forgeron trouva le métal de bonne qualité : le fer pliait à chaud et à froid, et se laissait percer à chaud, tout près des bords, sans déchirures: il ne prit aucunement la trempe.

A dix heures trente-cinq minutes, les boules étaient formées ; l'ouvrier déclara qu'il n'avait observé quelque différence dans la marche de l'opération qu'à son commencement, parce que, à cette époque, la viscosité des scories rendait la matière plus difficile à remuer.

Cinq boules furent réunies et cinglées à l'ordinaire ; elles formaient ensemble un poids de 235 kilogrammes, on avait brûlé 205 kilogrammes de houille; la durée totale de l'opération avait été d'une heure quarante minutes ; le déchet était donc de 50 kilogrammes ou de 17 $\frac{1}{2}$ pour 100 de fonte employée.

5e. *essai.* Immédiatement après avoir terminé cette opération, la sole fut refaite avec de la chaux seule. Le sable, mêlé précédemment dans le but de donner de la consistance à cette sole par un

commencement de fusion, était inutile, puisqu'elle était devenue trop fusible, en raison de la présence de celui qui avait formé l'ancienne sole.

A onze heures trente minutes, on chargea 247 kilogrammes de fine-metal; l'ouvrier commença à travailler dans le fourneau à midi; quinze minutes après, on retira un morceau de fer qui put être cinglé; dix minutes plus tard, on en retira un autre, qui ne fut cinglé qu'avec peine; le fer était dur, mais non aciéreux: à midi quarante-cinq minutes, les boules étaient terminées; leur poids total était de 202 kilogrammes; on avait brûlé 198 kilogrammes de houille; le cinglage exigea de vingt-cinq à trente minutes; la durée totale de l'opération fut d'une heure quarante minutes; le déchet de 45 kilogrammes ou $18 \frac{2}{10}$ pour 100 de fonte.

Or, la durée ordinaire d'un puddlage est de deux heures à deux heures dix minutes; cette opération se trouvait donc abrégée, par l'emploi de la sole en chaux, de vingt-cinq à trente minutes, c'est-à-dire de $\frac{1}{6}$ au moins; le déchet, qui est de 0,187, se trouvait également diminué de 0,005 à 0,012, moyenne de 0,0085.

Le lendemain, le fer fut étiré au laminoir; il n'était cassant ni à chaud ni à froid; il ne montrait ni fentes ni gerçures, quoique les barres provenant du premier étirage n'eussent pas été corroyées (1).

---

(1) Il eût été fort utile de constater la quantité du déchet que le fer a éprouvé à la chaufferie et à l'étirage, parce que souvent une diminution dans le déchet qui a lieu dans le puddlage se trouve ensuite compensée, et au-delà, par celui que le fer puddlé subit dans le fourneau de chauf-

Le directeur de la forge de Couvin se proposait de donner suite à ces essais, qui se présentaient, comme on l'a vu, sous un aspect très-favorable; mais j'ignore si cela a eu lieu et ce qui en sera résulté.

NOTA. M. de Villeneuve a remis au laboratoire de l'École des Mines un échantillon de la scorie qu'il a obtenue dans son essai de puddlage sur sole de chaux.

Cette scorie ressemble aux scories de forge ordinaires : elle est d'un noir grisâtre ; elle donne, à l'essai, 0,40 de fer : traitée par l'eau régale, elle laisse 0,276 de silice gélatineuse : il suit de là qu'elle est à-peu-près composée de :

Silice.	0,276	1,000
Protoxide de fer.	0,520	
Chaux et un peu d'alumine. . .	0,204	

P. B.

ferie : il faut donc toujours constater et considérer le déchet total, si l'on veut prononcer sur l'avantage que peut avoir un procédé sous ce rapport. *A. G.*

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE PREMIER TRIMESTRE DE 1828.

ORDONNANCE du 9 janvier 1828, portant concession des mines de houille de Serons et Palayret, arrondissement de Villefranche (Aveyron).

Mines de houille de Serons et Palayret.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Il est fait à notre cousin le duc Decazes, sous le nom de concession de Serons et Palayret, concession des mines de houille situées dans l'arrondissement de Villefranche, département de l'Aveyron, et limitées ainsi qu'il suit :

A l'est, de l'extrémité sud-ouest du Puech, en suivant les limites de la concession du Rial, jusqu'à Boutigou; de ce point, par une ligne droite tirée au confluent du ruisseau des Salles, avec le ruisseau de Rieu-Mort;

Au nord, par la suite du cours de ce même ruisseau de Rieu-Mort, jusqu'à sa rencontre avec les limites de la concession La Salle; de ce point de rencontre, par les limites de la concession La Salle jusqu'à Lacaze; de Lacaze, par une suite de lignes droites tirées à l'extrémité orientale de Peyrolles, à Fontaynous, à l'extrémité orientale de Buffet, et à l'angle sud-ouest de la concession La Salle; ensuite par les limites de la concession La Salle jusqu'à la croisée des chemins allant de Serons à la Grange, et de Buffet à Vialarets;

A l'ouest, de ce dernier point, par le chemin allant à l'étang, en passant par Serons, jusqu'à sa rencontre avec le ruisseau de Poux;

Au sud, par le ruisseau de Poux jusqu'à son confluent

avec le ruisseau de la Buegne; de ce confluent, en remontant le ruisseau de la Buegne jusqu'au sommet de la montagne située entre la Fraisse et Cadrès; de ce sommet par une ligne droite tirée à l'extrémité nord du hameau de Sauguières, et de ce dernier point, par une ligne droite tirée à l'extrémité sud-ouest du Puech, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de six kilomètres carrés, soixante-quatorze hectares quarante-huit ares, conformément au plan annexé à la présente.

Art. II. Dans le délai de trois mois, à partir de la notification de la présente ordonnance, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, où cette mesure sera reconnue nécessaire. L'opération aura lieu aux frais du concessionnaire, à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur des mines, qui en dressera procès-verbal, lequel sera déposé à la préfecture du département.

Art. VI. Le droit attribué aux propriétaires de la surface par l'article 6 de la même loi, sur le produit des mines concédées, est réglé à une redevance en argent proportionnelle aux produits de l'extraction, laquelle sera payée par le concessionnaire aux propriétaires des terrains sous lesquels il exploitera. Cette redevance est et demeure fixée, savoir : à un centime par hectolitre ras de houille extraite, lorsque l'extraction aura lieu à moins de cinquante mètres de profondeur ; à un demi-centime par hectolitre pour les travaux profonds de cinquante à cent mètres, et à un quart de centime pour les travaux ayant une profondeur de plus de cent mètres. La profondeur des travaux s'étend de la distance verticale existant entre le sol de la place d'accrochage, et le seuil bordant, à l'extérieur, l'entrée des puits.

Ce mode de redevance aura son effet lorsqu'il n'existera pas de convention antérieure entre le concessionnaire et le propriétaire du sol. S'il existe de semblables conventions, elles seront exécutées et tiendront lieu de redevance, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas contraires aux règles prescrites ci-dessous pour la conduite des travaux souterrains et dans les vues d'une bonne exploitation. Dans le cas opposé, elles ne pourront donner lieu, entre

les parties intéressées, qu'à une action en indemnité, et la redevance aura son effet.

Art. VII. La redevance sera payée, chaque mois, par le concessionnaire aux propriétaires de la surface.

Art. IX. Le concessionnaire se conformera à toutes les mesures qui pourront être prises par l'Administration, dans l'intérêt de la bonne exploitation du minérai de fer gisant en connexité avec la houille.

Art. X. Dans les quatre mois qui suivront la notification de l'ordonnance, le concessionnaire adressera au préfet du département les plans et coupes des exploitations existantes, dressés sur l'échelle d'un millimètre par mètre et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés de profils et du tracé circonstancié des travaux que le concessionnaire se propose d'exécuter comme développement des travaux existant lors de la prise de possession. Il y joindra un mémoire explicatif.

Art. XI. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le préfet autorisera l'exécution du projet des travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés dans le titre 5 de la loi du 21 avril 1810 et les titres 2 et 3 du décret du 3 janvier 1813, et si le projet assure aux mines une exploitation régulière et durable. Dans le cas contraire, le préfet apportera au projet les modifications nécessaires avant d'en autoriser l'exécution, sauf recours, s'il y a lieu, pardevant notre Ministre de l'intérieur.

Art. XII. Il ne pourra être procédé à l'ouverture de galeries ou puits, partant du jour, pour être mis en communication avec des travaux existans, sans une autorisation du préfet, obtenue sur la demande du concessionnaire et le rapport des ingénieurs des mines.

Art. XIII. Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un champ neuf d'exploitation, il adressera, à ce sujet, au préfet un plan se rattachant au plan général de la concession et un Mémoire indiquant son projet de travaux; le préfet, sur le rapport des ingénieurs, approuvera ou modifiera ce plan, ainsi qu'il est dit à l'article 11 ci-dessus.

Art. XV. Dans le cas où des circonstances imprévues obligeraient à apporter quelques modifications aux modes d'exploitation qui auront été déterminés conformément

aux articles précédens, il y sera pourvu de la manière indiquée auxdits articles, sur la proposition du concessionnaire ou de l'ingénieur des mines, et dans tous les cas, après que l'un et l'autre auront été entendus.

Art. XVIII. L'impétrant sera tenu de se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'Administration pour prévenir les dangers résultant de la présence du gaz hydrogène et de son explosion dans les mines, et de supporter les charges qui pourront à cet effet lui être imposées.

Art. XIX. La houille menue et les débris susceptibles de s'enflammer spontanément dans l'intérieur des mines seront transportés au jour, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, à moins d'une autorisation spéciale du préfet, délivrée sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. XX. Les machines d'extraction placées à l'orifice des puits devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

Art. XXI. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, et indépendamment du plan des travaux souterrains, le concessionnaire tiendra constamment en ordre sur chaque exploitation : 1°. un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances extraordinaires de l'exploitation; 2°. un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux intérieurs et extérieurs; 3°. un registre d'extraction et de vente. Il communiquera ces registres aux ingénieurs des mines, lors de leurs tournées; il transmettra en outre au préfet, tous les ans, et au directeur général des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié des ouvriers et celui de la quantité de houille extraite dans l'espace de temps qui lui sera indiqué.

Art. XXII. En exécution de l'article 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses mines qu'à un individu qui aura justifié de la capacité nécessaire pour bien conduire les travaux.

Conformément à l'article 25 du décret du 3 janvier 1813, il ne pourra employer, en qualité de maîtres mineurs ou chefs d'ateliers, que des individus qui auront travaillé, au moins pendant trois ans, dans les mines, comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, ou des élèves de l'École des mineurs de Saint-Étienne, ayant achevé leurs cours

d'études, et pourvus d'un brevet de notre directeur général des mines.

Art. XXIII. Si le concessionnaire n'adresse pas au préfet, dans les délais prescrits, les plans, coupes et mémoires explicatifs relatifs au mode de travaux qu'il se propose de suivre pour l'exploitation; enfin s'il ne suit pas le plan des travaux, tel qu'il aura été approuvé par le préfet, son exploitation sera regardée comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu en exécution de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810 : en conséquence, dans chacun de ces cas, la contravention ayant été constatée par un procès-verbal de l'ingénieur, la mine sera mise en surveillance spéciale, et il y sera placé, aux frais du concessionnaire, un garde-mine ou tout autre préposé nommé par le préfet, à l'effet de lui rendre compte journellement de l'état des travaux, et de proposer telle mesure qu'il jugera nécessaire. Le préfet pourra aussi ordonner la levée d'office des plans que le concessionnaire n'aurait pas fournis, ou l'exécution des travaux reconnus nécessaires à la sûreté publique ou à la conservation des mines, ou la suspension et même l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf à rendre compte immédiatement à notre Ministre de l'intérieur.

Art. XXIV. Les frais auxquels donnera lieu l'application de l'article précédent seront réglés en conseil de préfecture, et le recouvrement en sera poursuivi comme il est prescrit en matière de grande voirie.

Ordonnance du 16 janvier 1828, portant concession des mines de fer du terrain houiller d'Aubin (Aveyron).

Mines de fer d'Aubin.

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait concession à notre cousin le duc Decazes du minérai de fer existant dans le terrain houiller d'Aubin, département de l'Aveyron, sur une étendue de dix-sept kilomètres carrés, vingt-cinq hectares, confor-

mément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance.

Art. II. Cette concession est limitée par une suite de lignes droites tirées du clocher de Vialarets à l'angle sud de la maison la plus septentrionale de Ruaux; de Ruaux à l'extrémité sud-est de Borredon; de Borredon à l'extrémité nord de Leclaux; de Leclaux à la croisée du chemin qui est au centre de la Richardie; de la Richardie à l'extrémité nord du Mas-de-Mouly; du Mas-de-Mouly à l'extrémité nord-est de Notre-Dame du Pouzet; du Pouzet à l'extrémité est de Bellevue; de Bellevue à l'extrémité ouest de Serons; et de Serons au clocher de Vialarets, point de départ.

Art. III. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de la présente ordonnance, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, etc.

Art. VII. Le concessionnaire, pour l'exploitation du minérai de fer contenu dans les terrains dépendans des concessions houillères de Rial, de La Salle, de Serons et Palayret, à lui appartenant, se conformera aux conditions ci-après.

Art. VIII. Dans les quatre mois qui suivront la notification de l'ordonnance, le concessionnaire adressera au préfet du département les plans et coupes des exploitations existantes, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, etc.

Art. IX. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le préfet autorisera l'exécution du projet des travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés dans le titre 5 de la loi du 21 avril 1810, etc., etc.

Art. XIX. Le concessionnaire, pour l'exploitation du minérai de fer contenu dans les terrains situés hors des limites des concessions de Rial, de La Salle, et de Serons et Palayret, se conformera aux clauses et conditions spécifiées aux articles précédens, sauf les modifications et additions suivantes.

L'exploitation du minérai de fer *connexe* avec la houille exploitable sera toujours subordonnée à celle de la houille. Le concessionnaire du minérai de fer ne pourra faire entrer ses ouvriers dans les travaux des mines de houille que du con-

sentement du propriétaire, ou lorsque les travaux de houille auront été abandonnés, et ce, moyennant une indemnité convenable, pour les travaux utiles, laquelle sera réglée de gré à gré, ou à dire d'experts. En ce qui concerne le minérai de fer *non connexe* avec la houille exploitable, le concessionnaire du minérai de fer ne pourra exploiter que les gîtes dont l'extraction sera sans inconvénient pour celle de la houille exploitable située dans le voisinage. Dans ce cas même, il se conformera aux mesures qui lui seront prescrites par l'Administration, dans l'intérêt de la bonne exploitation de la houille.

Lorsqu'il sera inévitable d'extraire de la houille en exploitant du minérai de fer, soit dans les houillères abandonnées, soit sur d'autres points, le propriétaire de la houille en sera immédiatement averti, afin qu'il puisse en disposer, après avoir toutefois remboursé au concessionnaire du minérai de fer les frais d'extraction, déterminés de gré à gré ou à dire d'experts.

Réciproquement, ce dernier aura le droit de se faire livrer, en remboursant les frais d'extraction, le minérai de fer que le propriétaire de la houille aurait été obligé d'abattre en poursuivant ses travaux.

Art. XX. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, et indépendamment du plan des travaux souterrains, le concessionnaire tiendra constamment en ordre sur chaque exploitation : 1°. un registre constatant l'avancement journalier des travaux, etc.

Ordonnance du 23 janvier 1828, portant concession d'une mine de fer dans les communes de Veuzac et de Villefranche (Aveyron).

Mines de fer des communes de Veuzac et de Villefranche.

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait à notre cousin le duc Decazes, sous le nom de concession de Veuzac, concession d'une mine de fer existant dans les communes de Veuzac et de Villefranche, département de l'Aveyron.

Cette concession est limitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par une ligne droite tirée de l'angle sud-est

de Farrou, devant l'embranchement de la route de Rodez, à l'angle nord-est de la maison qui est la plus au nord du lieu dit les Sorres;

A l'est, par une ligne droite menée de ce dernier point à l'angle nord-est de la maison la plus au sud du lieu dit Goutelles, puis par une seconde ligne droite menée de cet angle à l'angle nord-est de la maison la plus au sud du lieu dit Mas-de-Teste;

Au sud, par une ligne droite menée de ce dernier point, à la rencontre des axes de la route de Villefranche à Figeac et du chemin perpendiculaire à cette route, placé devant le lieu dit le Riol;

A l'ouest, par l'axe de la route de Villefranche à Figeac, depuis le point ci-dessus jusqu'à l'angle sud-est de Farrou, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, trois hectares quatre ares, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance.

Art. II. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de la présente ordonnance, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, etc.

Art. IV. Le concessionnaire est tenu d'exécuter les conventions particulières qu'il a faites avec les propriétaires du sol; à défaut de conventions particulières, il paiera aux propriétaires des terrains compris dans la concession une rente annuelle de 10 centimes par hectare, conformément aux articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810.

Art. VI. Le mode de travaux d'exploitation sera déterminé par le préfet, sur la proposition du concessionnaire et sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. VII. A cet effet, le concessionnaire adressera au préfet, dans le délai qui lui sera indiqué par celui-ci, les plans et coupes de l'intérieur de ses travaux déjà exécutés, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres; ces plans seront accompagnés d'un mémoire indiquant le mode circonstancié de travaux qu'il se proposera d'entreprendre. L'indication du mode de travaux sera aussi tracée sur les plans et coupes.

ORDONNANCE du 23 janvier 1828, portant concession des mines de fer de Salles-Comtaux (Aveyron).

Mines de fer de Salles-Comtaux.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Il est fait à notre cousin le duc Decazes, sous le nom de concession de Solzac et Mondalazac,

Concession des mines de fer existant dans la commune de Salles-Comtaux, département de l'Aveyron, et limitées ainsi qu'il suit:

Au nord, par une ligne droite tirée de la croix située dans Solzac à l'angle sud-ouest du Colombié, puis par une ligne menée de ce point à l'angle sud de Crionnet;

Au nord-est, par une ligne droite menée de ce dernier point et terminée à l'angle sud de la maison la plus au nord-est des Espeyroux;

Au sud-est, par une ligne droite menée de ce dernier angle à l'angle nord de Puech-Essuch;

A l'ouest, par une ligne droite menée de ce dernier angle à l'angle le plus au sud-est de Solzac-Viel, puis par une ligne droite tirée de ce dernier point à la croix de Solzac, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de neuf kilomètres carrés, soixante-huit hectares soixante-trois ares, conformément au plan ci-joint.

ART. II. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de la présente ordonnance, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, etc.

ART. VI. Le mode des travaux d'exploitation sera déterminé par le préfet, etc.

ART. VII. A cet effet, le concessionnaire adressera au préfet, dans le délai qui lui sera indiqué par celui-ci, les plans et coupes de l'intérieur de ses travaux déjà exécutés, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres; ces plans seront accompagnés, etc., etc.

Usine à fer de Paizac.

Ordonnance du 23 janvier 1828, portant que le sieur Andraud *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer de l'Étang-Neuf, située dans la commune de Paizac* (Dordogne), *et que cette usine, alimentée par les eaux du Bas-la-Loue, est et demeure fixée ainsi qu'il suit, savoir : deux feux d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer, allant au charbon de bois, et un feu de martinet, que le sieur* Andraud *pourra convertir en un feu d'affinerie ; le tout conformément au plan joint à la présente ordonnance.*

Verrerie de Château-Salins.

Ordonnance du 23 janvier 1828, portant que les sieurs Bernard, Germain et autres, *sont autorisés à établir dans les bâtimens de l'ancienne saline de Château-Salins* (Meurthe), *dont ils sont propriétaires, suivant l'adjudication qui leur en a été faite le 20 septembre 1827, une verrerie destinée à la fabrication de la gobeletterie et du verre à vitres ; sous les conditions que cet établissement sera composé de quatre fours, contenant chacun douze creusets, et que chacun des quarante-huit creusets pourra contenir cent cinquante kilogrammes de matière à faire le verre.*

Patouillet d'Ampilly-le-Sec.

Ordonnance du 23 janvier 1828, portant que le sieur Cousturier *est autorisé à rétablir et à conserver, conformément au plan joint à la présente ordonnance, un patouillet sur la rivière de Seine, près du haut-fourneau d'Ampilly-le-Sec* (Côte-d'Or), *et que ce patouillet est exclusivement affecté au lavage du minérai de fer traité au fourneau d'Ampilly, et ne pourra laver du minérai pour aucune autre usine.*

ORDONNANCE du 23 janvier 1828, portant que le sieur Michelin *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine de la Maque, dans la commune de Saint-Saud* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, dont l'eau motrice est fournie par la Dronne, est et demeure fixée, conformément aux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordonnance, à deux feux d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer au moyen du charbon de bois.* **Usine à fer de la Maque.**

ORDONNANCE du 23 janvier 1828, portant que le sieur Larret-Ladorie *est autorisé à conserver et tenir en activité la forge dite de Ladorie, située en la commune de Saint-Pardoux-Larivière* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, qui est alimentée par les eaux de la Dronne, est et demeure fixée, conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance, à deux feux d'affinerie, allant au charbon de bois, pour la conversion de la fonte en fer.* **Forge de Ladorie.**

ORDONNANCE du 23 janvier 1828, portant qu'il est fait aux concessionnaires des mines de houille de Trescol et de Pluzor, commune de Portes (Gard), *remise de leur redevance proportionnelle pendant trois années, à partir du 1er. janvier 1827.* **Mines de houille de Trescol et de Pluzor.**

ORDONNANCE du 30 janvier 1828, portant que le sieur Bonhomme-Dupuy *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer de Montardy, située dans la commune de Saint-Paul-Laroche* **Usine à fer de Montardy.**

(Dordogne), *et que la consistance de cette usine, alimentée par la rivière de l'Isle, est et demeure fixée ainsi qu'il suit, savoir : 1°. un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer au charbon de bois ; 2°. deux affineries pour la conversion de la fonte en fer, également au charbon de bois.*

Usine à fer d'Ethouars.

Ordonnance du 30 *janvier* 1828, *concernant une usine à fer établie en la commune d'Ethouars* (Dordogne).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Le sieur Vallade-Sourit ou ses ayans droit sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine qu'ils possèdent à Ethouars, département de la Dordogne.

Art. II. La consistance de cette usine, dont l'eau motrice est fournie par les étangs d'Ethouars alimentés par la Doue, est et demeure fixée conformément aux trois plans annexés à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

1°. Un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer au charbon de bois ;

2°. Trois feux d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer, également au charbon de bois ;

3°. Un bocard à crasses ;

4°. Des lavoirs pour le lavage du minérai.

Mine de plomb argentifère de Courgoul et de Saurier.

Ordonnance du 30 *janvier* 1828, *portant concession d'une mine de plomb argentifère de Courgoul et de Saurier* (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait au sieur Jean-Baptiste-Amable Peydière concession d'une mine de plomb argentifère, située aux environs de Courgoul et de Saurier, communes des mêmes noms, département du Puy-de-Dôme.

ART. II. Cette concession, qui renferme une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, cinquante-trois hectares, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, est limitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par la rivière dite Couse de Besse, depuis son confluent dans la Couse de Compains jusqu'au ruisseau d'Enfer ;

A l'ouest, par une ligne droite partant du confluent du ruisseau d'Enfer dans la Couse de Besse, et aboutissant au confluent du ruisseau des Pointes dans la Couse de Compains ;

Au sud-ouest, par une ligne droite partant de ce dernier point, en arrivant à la croix de fer plantée devant la chapelle du village de Brugillet ;

A l'est, par une ligne droite partant de ce dernier point et arrivant à l'intersection des deux Couses de Besse et Compains, point de départ.

ART. V. Il paiera au sieur Tuzet, comme inventeur et conformément à l'art. 16 de la loi du 21 avril 1810 :

1°. Une somme de quinze cents francs, dans le délai du mois qui suivra la notification de la présente ordonnance ;

2°. Pareille somme de quinze cents francs dans dix ans, à partir de la date de la notification de la présente ordonnance.

Cahier de charges pour la concession de la mine de plomb argentifère de Courgoul et de Saurier.

ART. Ier. Les fourneaux et usines destinés au traitement du minérai ne seront élevés qu'après l'autorisation obtenue conformément aux lois et réglemens sur la matière.

ART. II. Les fouilles et travaux actuellement entrepris sur les deux mines dites des Cuves et de Marquiriol seront continués sans interruption, et il sera entrepris des travaux de recherches pour découvrir de nouveaux filons, partout où l'on a déjà rencontré et où l'on rencontrera des traces d'anciennes excavations dans l'étendue de la concession.

ART. III. Dans le délai d'un an, l'impétrant adressera au préfet du département les plans et coupes de l'intérieur

de ses mines, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, etc.

Art. IV. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le préfet autorisera l'exécution des travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés dans le titre 5 de la loi du 21 avril 1810 et les titres 2 et 3 du décret du 3 janvier 1813, et si le projet assure aux mines une exploitation régulière et durable. Dans le cas contraire, le préfet apportera au projet les modifications nécessaires avant d'en autoriser l'exécution, sauf recours, s'il y a lieu, pardevant le ministre de l'intérieur.

Art. V. Lorsqu'il sera question par la suite de pratiquer de nouveaux puits et galeries au jour dans toute l'étendue de la concession, ou d'ouvrir un nouveau champ d'extraction, l'exploitant en demandera de nouveau l'autorisation dans les formes indiquées ci-dessus. Il en sera de même dans le cas où des circonstances imprévues nécessiteraient quelques modifications aux travaux sollicités ou autorisés.

Art. VII. Indépendamment des moyens d'airage dus à la communication raisonnée des puits et galeries, il existera toujours sur la mine des Cuves, sujette au gaz acide carbonique, des ventilateurs et conduits d'air, ainsi que des tubes respiratoires, afin de porter de prompts secours dans l'intérieur des travaux, en cas d'accidens.

Art. X. En exécution de l'art. 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses mines qu'à un individu qui aura justifié de la capacité suffisante pour bien conduire les travaux, etc.

Art. XI. Si le concessionnaire n'adresse pas au préfet, dans les délais prescrits, les plans, coupes et mémoires explicatifs relatifs aux modes des travaux qu'il se propose de suivre pour l'exploitation, enfin s'il ne suit pas le plan de ces travaux, tel qu'il aura été approuvé par le préfet, son exploitation sera regardée comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu en exécution de l'art. 50 de la loi du 21 avril 1810. En conséquence, dans chacun de ces cas, etc., etc.

ORDONNANCE du 13 *février* 1828, *portant que le sieur* Barthélemy *fils est autorisé à construire dans la commune de Vidauban* (Var), *au quartier Saint-Julien, une verrerie composée d'un four contenant six creusets, et destiné à la fabrication des dames-jeannes et bouteilles de diverses capacités, en verre blanc et vert, et que cette verrerie pourra être alimentée par le combustible végétal.* Verrerie de St.-Julien.

ORDONNANCE du 13 *février* 1828, *portant que la dame* Rose Mazoyer, *veuve du sieur* Poumeau Delille, *agissant au nom et comme tutrice de ses filles mineures, est autorisée à conserver et tenir en activité l'usine à fer d'Aulhiac, située dans la commune du même nom, arrondissement de Périgueux* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, alimentée par les eaux du Haut-Vezère, est et demeure fixée ainsi qu'il suit: un haut-fourneau pour la fonte du minérai de fer, allant au charbon de bois; une affinerie pour la conversion de la fonte en fer, également au charbon de bois, et un bocard à crasses; le tout conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance.* Usine à fer d'Aulhiac.

ORDONNANCE du 13 *février* 1828, *portant que le sieur* Grosjean *est autorisé à établir, conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance, un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer, dans l'usine qui lui appartient sur les territoires de Charleville et de Montcy-Notre-Dame, au lieu dit* la Folie *ou le* Petit Waridou (Ardennes). Haut-fourneau de la Folie ou le Petit Waridou.

Mines de fer de Kaymar.

Ordonnance du 13 février 1828, portant concession des mines de fer de Kaymar (Aveyron).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait à notre cousin le duc Decazes, sous le nom de concession de Kaymar, concession des mines de fer de Kaymar, commune de Pruines, département de l'Aveyron.

Cette concession est limitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par une ligne droite tirée de l'angle est de la cabane las Farges à l'angle le plus au sud-est des maisons de Loucamp; puis, par une ligne menée de ce point à l'angle le plus au nord-ouest de la cabane la plus au nord du lieu dit Majourac;

A l'est, par une ligne droite menée de ce dernier point à l'angle nord du massif des maisons situées au lieu dit la Filie;

Au sud, par une ligne droite menée de ce dernier point à l'angle nord de la cabane dite de Grangette, puis par une ligne droite tirée de ce dernier point à l'angle nord du massif des maisons le plus au sud-est du lieu dit la Boulle; enfin par une troisième ligne droite partant de ce dernier point et terminée à l'angle nord-est du massif des maisons le plus au sud du lieu dit Mouces;

A l'ouest, par une ligne droite menée de ce dernier point à l'angle est de las Farges, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, quatre-vingt-dix-neuf hectares quatre-vingt-dix-sept ares, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance.

Art. II. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de la présente ordonnance, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, etc.

Ordonnance du 13 février 1828, concernant la concession de la mine d'antimoine de Las-Corbos (Aude).

Mine d'antimoine de Las-Corbos

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur;

Vu la demande adressée au préfet de l'Aude, le 1er. août 1826, par le sieur Berlioz, cessionnaire de la mine d'antimoine de *Las-Corbos*, commune de Maison, tendant à obtenir la résiliation de cette concession accordée, par décret du 7 février 1813, au sieur Arnal;

L'acte notarié du 19 novembre 1818;

L'arrêté du préfet du 2 mars 1827, inséré dans le Journal de Carcassonne, du 9 dudit mois, no. 781;

Les certificats constatant que les publications et affiches de la demande ont été faites et n'ont donné lieu à aucune opposition;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, du 14 septembre 1827, et le plan joint;

Le procès-verbal de visite dressé par le même, le 1er. août 1823;

L'avis du préfet, du 21 septembre 1827;

L'avis du conseil général des mines, du 5 novembre 1827, adopté par notre conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines;

Notre conseil d'état entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. La renonciation faite par le sieur Berlioz, cessionnaire du sieur Arnal, à la concession de la mine d'antimoine de *Las-Corbos*, commune de Maison, département de l'Aude, accordée à ce dernier par décret du 7 février 1813, est acceptée.

En conséquence, le concessionnaire et son cessionnaire ne seront plus tenus aux charges de la concession, notamment aux redevances établies par la loi du 21 avril 1810, et spécifiées par les articles 4 et 5 de l'acte de concession.

Art. II. Il ne pourra être fait aucune extraction ni

exploitation sur la mine d'antimoine de la commune de Maison qu'en vertu d'une concession nouvelle.

ART. III. Nos Ministres Secrétaires d'état de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée par extrait au *Bulletin des lois*.

Usine à fer de Trith-St.-Léger.

ORDONNANCE du 20 février 1828, portant autorisation d'établir une usine à fer en la commune de Trith-Saint-Léger (Nord).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Le sieur Leclerc-Sezille est autorisé à établir, aux lieu et place du Moulin à farine qu'il possède dans la commune de Trith-Saint-Léger, département du Nord, conformément aux deux plans ci-annexés, une usine à fer, composée :

1°. De deux fours à

2°. De deux autres fours servant de chaufferie;

3°. De laminoir à tôle et à étirer;

4°. D'une fenderie;

5°. D'un gros marteau et d'un martinet;

6°. Des mécanismes hydrauliques nécessaires à l'activité de l'usine.

ART. II. Cette usine ne consommera que de la houille comme combustible.

Patouillet du moulin de l'Étang.

ORDONNANCE du 20 février 1828, portant autorisation d'établir un patouillet à cheval, en la commune de Montbleuse (Haute-Saône).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Les sieurs Derosne et compagnie sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, un patouillet à cheval pour le lavage du

minérai de fer dans leur propriété, sur le ruisseau dit du Moulin-de-l'Étang, commune de Montbleuse, département de la Haute-Saône.

Art. II. Il sera établi en amont dudit lavoir un réservoir marqué D sur le plan, lequel sera muni d'une pale de prise d'eau de trente centimètres de largeur sur soixante-douze centimètres de hauteur, dont le seuil se trouvera à soixante-deux centimètres en contre-bas du niveau de la surface de l'eau dans le réservoir. Cette pale devra être fermée toutes les fois que le lavage sera suspendu.

Art. III. Il sera creusé à la suite dudit lavoir, suivant le tracé V, X, Y, Z du plan, un bassin d'épuration pour les eaux bourbeuses provenant du lavage du minérai. Ce bassin aura soixante-cinq mètres de longueur sur six mètres de largeur; son fond sera horizontal et à un mètre trente-cinq centimètres en contre-bas du dessus du réservoir par lequel l'eau sera rendue à son cours naturel. Ce réservoir sera muni d'une vanne de décharge qui ne sera ouverte que pour les curages du bassin.

Art. IV. Ledit bassin sera curé à fond, toutes les fois que le dépôt boueux s'élèvera jusqu'à trente-cinq centimètres du niveau de la surface de l'eau dans la partie d'amont de ce bassin.

Art. V. Les matières provenant des curages seront déposées sur le terrain des impétrans, et placées en des points où elles ne puissent jamais être entraînées par les eaux.

Art. VI. Faute par les impétrans de satisfaire aux deux articles précédens, il y sera procédé à leurs frais par les soins de l'autorité locale.

Art. VII. Les impétrans sont, au surplus, tenus à toutes mesures qui pourraient être ordonnées par l'Administration, pour garantir les propriétés riveraines des dégâts que causeraient les boues provenant du lavage du minérai, dans le cas où celles prescrites ci-dessus seraient reconnues insuffisantes.

Art. VIII. Les travaux relatifs à la distribution des eaux et à la fixation de leur hauteur seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur des ponts et chaussées de l'arrondissement, qui fera placer un repère spécial et apparent, auquel il rapportera les divers niveaux fixés.

Les travaux relatifs à l'emplacement, aux dimensions et à la construction du bassin d'épuration, seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur des mines du département. Lesdits ingénieurs dresseront procès verbaux de la vérification des ouvrages après leur achèvement, chacun en ce qui le concerne: copies de ces procès-verbaux seront déposées aux archives de la préfecture du département de la Haute-Saône et à celles de la commune de Montbleuse, et il sera donné avis de ces dépôts à notre conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Usine à fer de la Rivière.

ORDONNANCE du 20 février 1828, portant que le sieur Judde-la-Rivière *est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer, dite de* la Rivière, *qu'il possède dans la commune de Champagnac* (Haute-Vienne), *et que cette usine, alimentée par les eaux de la Tardoire, est et demeure composée, conformément au plan d'ensemble et de détails joint à la présente ordonnance, d'un haut-fourneau et de quatre feux d'affinerie, allant au charbon de bois.*

Usine à fer de Fenières.

ORDONNANCE du 27 février 1828, portant que le sieur Constantin Prévost *est autorisé à conserver en activité et à augmenter l'usine à fer de Fenières, commune de Jumilhac-le-Grand* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, située à la chute de l'étang de Fenières, alimentée par le ruisseau Périgord affluent de l'Isle, est et demeure fixée, conformément aux deux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir : un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer; deux affineries pour la conversion de la fonte en fer; le tout alimenté au charbon de bois.*

Mines de plomb argentifère de Pont-Gibaud.

***Ordonnance** du 27 février 1828, portant concession des mines de plomb argentifère de Pont-Gibaud* (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

Charles, etc., etc., etc.

Art. Ier. Il est fait au sieur de Moré de Pont-Gibaud, sous le nom de concession des Combres, concession des mines de plomb argentifère existant dans le canton de Pont-Gibaud, département du Puy-de-Dôme, et comprise dans les limites ci-après :

Au nord-ouest, par une ligne droite partant du bâtiment le plus à l'est de Coiffe, et arrivant au bâtiment sud de Bouchaud ;

Au nord, par une deuxième ligne partant de ce dernier point et arrivant au bâtiment nord de la Garde ;

Au nord-est, par une troisième ligne droite menée du point qui précède au ruisseau de Chabanne, à 600 mètres au-dessus du confluent de ce dernier avec la rivière de Sioule ;

Au sud-est, par le ruisseau qui précède jusqu'à la rivière de Sioule ;

A l'est, par une ligne droite menée du confluent précédent à la maison le plus à l'est de Pranal ;

Au sud-ouest, par une nouvelle droite, menée du point précédent au ruisseau des bois de Matanel, et de manière à rencontrer ce dernier ruisseau à une distance de 1340 mètres de la maison précitée de Pranal et à celle de 1830 mètres de Coiffe ; puis, par une dernière droite menée de l'intersection précédente jusqu'à Coiffe, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, soixante et onze hectares, conformément au plan qui restera joint à la présente ordonnance.

Art. II. Dans le délai de trois mois, à partir de la notification de la présente, il sera planté aux frais du concessionnaire, à la diligence du préfet et sous la surveillance de l'ingénieur des mines, des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, etc.

Art. III. Toutes les contestations relatives à la propriété d'anciens travaux sur les mines de Combres sont renvoyées au jugement des tribunaux, sauf l'application, pour le réglement du montant des indemnités, s'il en est dû, des dispositions de l'art. 46 de la loi du 21 avril 1810.

Art. VII. Les fourneaux et usines consommant des combustibles, ainsi que ceux qui exigeraient l'emploi d'un cours d'eau, et destinés au traitement du minérai, ne pourront être établis qu'en vertu d'une permission dont la demande sera faite régulièrement au préfet du département.

Art. VIII. Le concessionnaire exploitera sa mine dans le courant de l'année qui suivra la date de la présente ordonnance. Il continuera les recherches entreprises pour découvrir la suite du filon de Combres, et reconnaître les autres gisemens existant dans son périmètre.

Art. IX. Aussitôt qu'il sera possible, le concessionnaire adressera au préfet du département les plans et coupes de l'intérieur de ses mines, dressés sur l'échelle d'un millimètre par mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés d'un mémoire indiquant le mode circonstancié des travaux que le concessionnaire se proposera d'entreprendre pour l'exploitation des minérais.

L'indication de ce mode de travaux sera aussi tracée sur les plans et coupes.

Art. X. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le préfet autorisera l'exécution du projet des travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés dans le titre 5 de la loi du 21 avril 1810 et les titres 2 et 3 du décret du 3 janvier 1813, et si le projet assure aux mines une exploitation régulière et durable. Dans le cas contraire, le préfet apportera au projet les modifications nécessaires avant d'en autoriser l'exécution, etc., etc.

Ordonnance du 6 mars 1828, portant que la dame Beaupoil de Saint-Aulaire, *née* Rauconnet de Noyan, *est autorisée à conserver en activité l'usine à fer de Laveneau, commune de Savignac-de-Nontron* (Dordogne), *et que la consistance de cette usine, qui est alimentée par la rivière de Bandiat, est et demeure fixée, conformément aux deux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit : 1°. un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer au charbon de bois ; 2°. deux affineries pour la conversion de la fonte en fer, également au charbon de bois.* **Usine à fer de Laveneau.**

Ordonnance du 6 mars 1828, portant que la dame Mairetet, *veuve du sieur* Pingat, *est autorisée, conformément à sa demande et aux plans joints à la présente ordonnance, à convertir en une forge à un seul feu la batterie à tôle qu'elle possède au hameau de Chenecière, sur la rivière de Seine, commune de Saint-Marc* (Côte-d'Or). **Forge de Chenecière.**

Ordonnance du 13 mars 1828, portant que le sieur Deltheil *est autorisé à conserver et tenir en activité sa forge de Bourzolles, située sur le ruisseau de Borrèze, commune de Souillac* (Lot), *laquelle usine, conformément au plan joint à la présente ordonnance, consiste en un haut-fourneau pour fondre le minérai de fer, et en un feu d'affinerie pour convertir la fonte en fer forgé.* **Forge de Bourzolles.**

Verrerie de Bruay.

Ordonnance du 13 mars 1828, portant que les sieurs Cordier *et* Charles Fizeaux *sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, dans la commune de Bruay* (Nord), *une verrerie composée de trois fours, et dans laquelle on ne consommera que de la houille, suivant la déclaration des demandeurs.*

Fabrique d'acier et de faux de Toulouse.

Ordonnance du 13 mars 1828, portant que les sieurs Garrigou *et* Massenet *sont autorisés à augmenter de treize feux de forge et de onze marteaux, conformément au plan joint à la présente ordonnance, la fabrique d'acier et de faux qu'ils ont établie sur la Garonne, à Toulouse* (Haute-Garonne), *en vertu de l'ordonnance du 20 août 1817.*

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME IV.

Géologie et Minéralogie.

Chimie.

Métallurgie ; arts qui en dépendent.

Mécanique.

Ordonnances royales concernant les Mines.

Planches jointes à ce Tome.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES ET DU TOME IV.

Imprimerie de Mme. Huzard (née Vallat la Chapelle), rue de l'Éperon-Saint-André-des-Arts, n°. 7.

...u Terrain des environs de Charmes.
(Dép.t des Vosges)

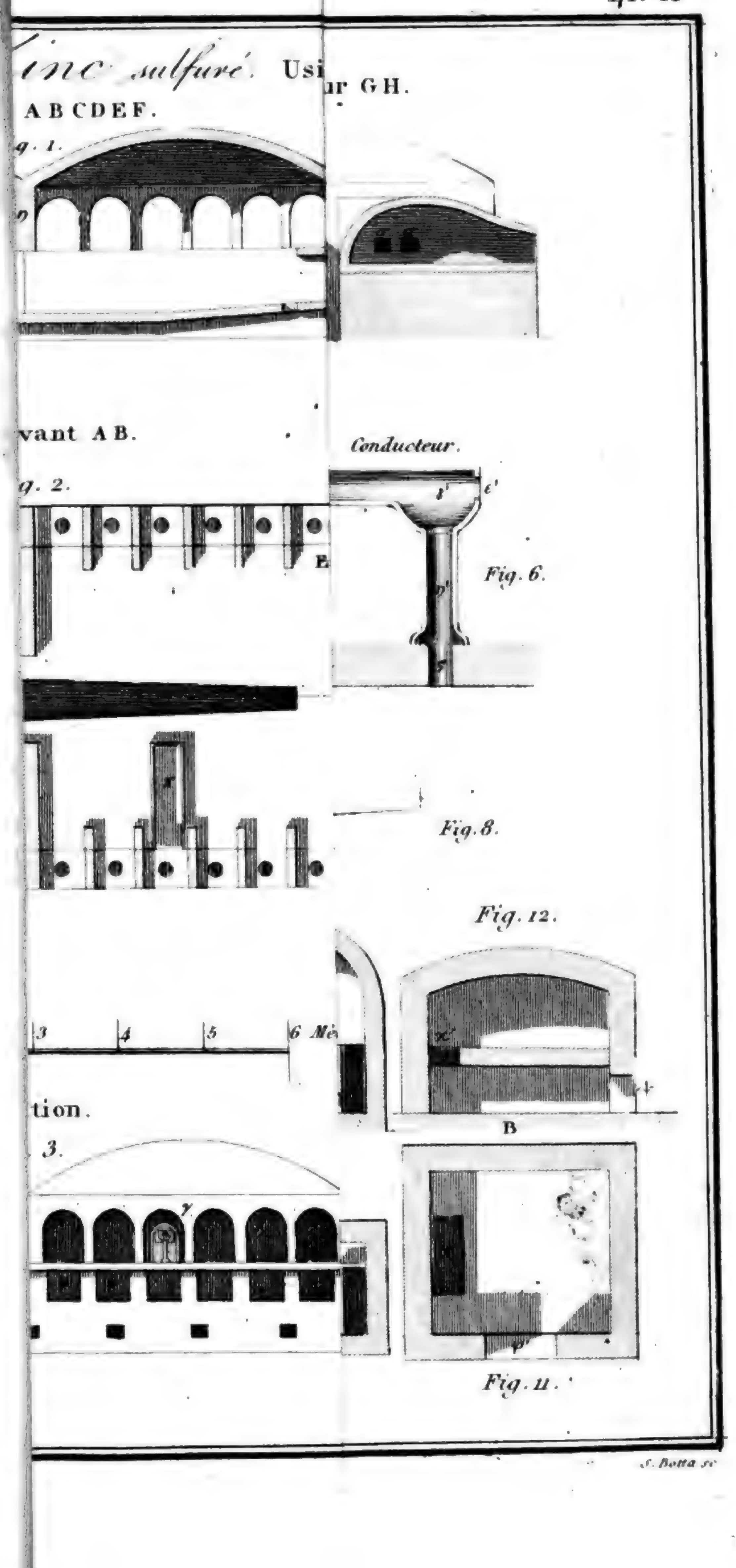
...ve du terrain des environs de Sar-Albe.
(Dép.t de la Moselle)

...tre Schönecken et Puttelange.
...le la Moselle)

Coupe des terrains entre Sierk et Laumesfeld.
(Dép.t de la Moselle)

...igarré. K. Muschelkalk. I. Marnes irisées. N. Formation du Lias.

Gravé par Berthe.


inc sulfuré. Usi
ur GH.
ABCDEF.
g. 1.
vant AB.
Conducteur.
g. 2.
Fig. 6.
Fig. 8.
Fig. 12.
3
4
5
6 Mè
tion.
3.
B
Fig. 11.

S. Botta sc.

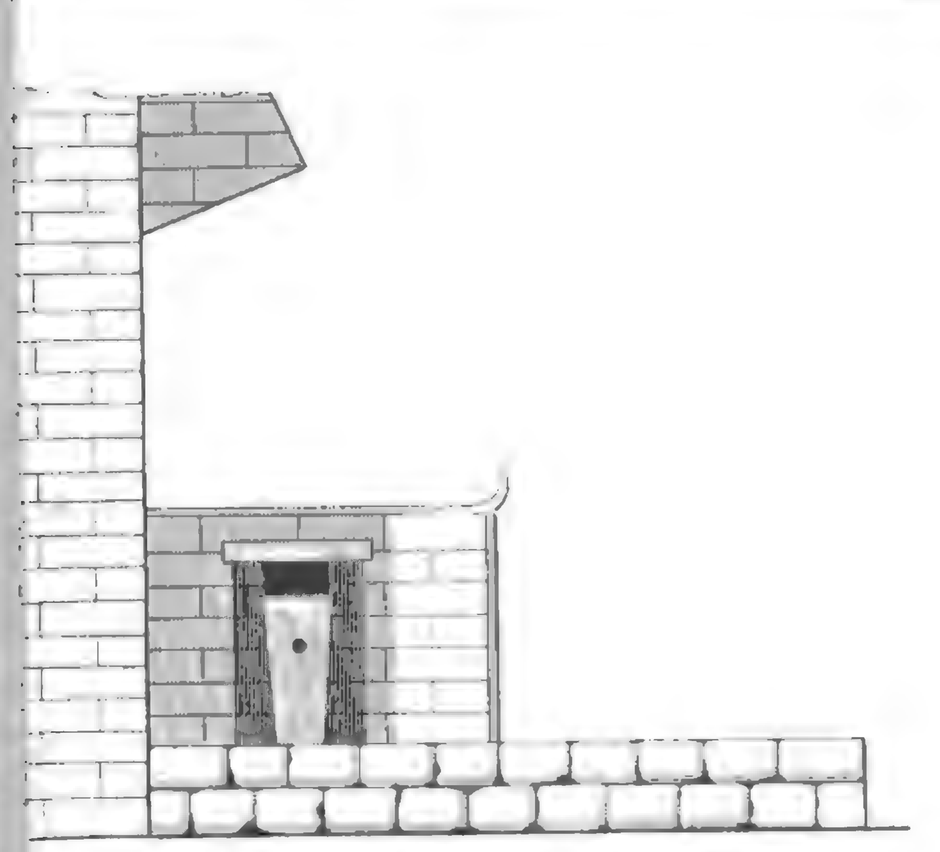
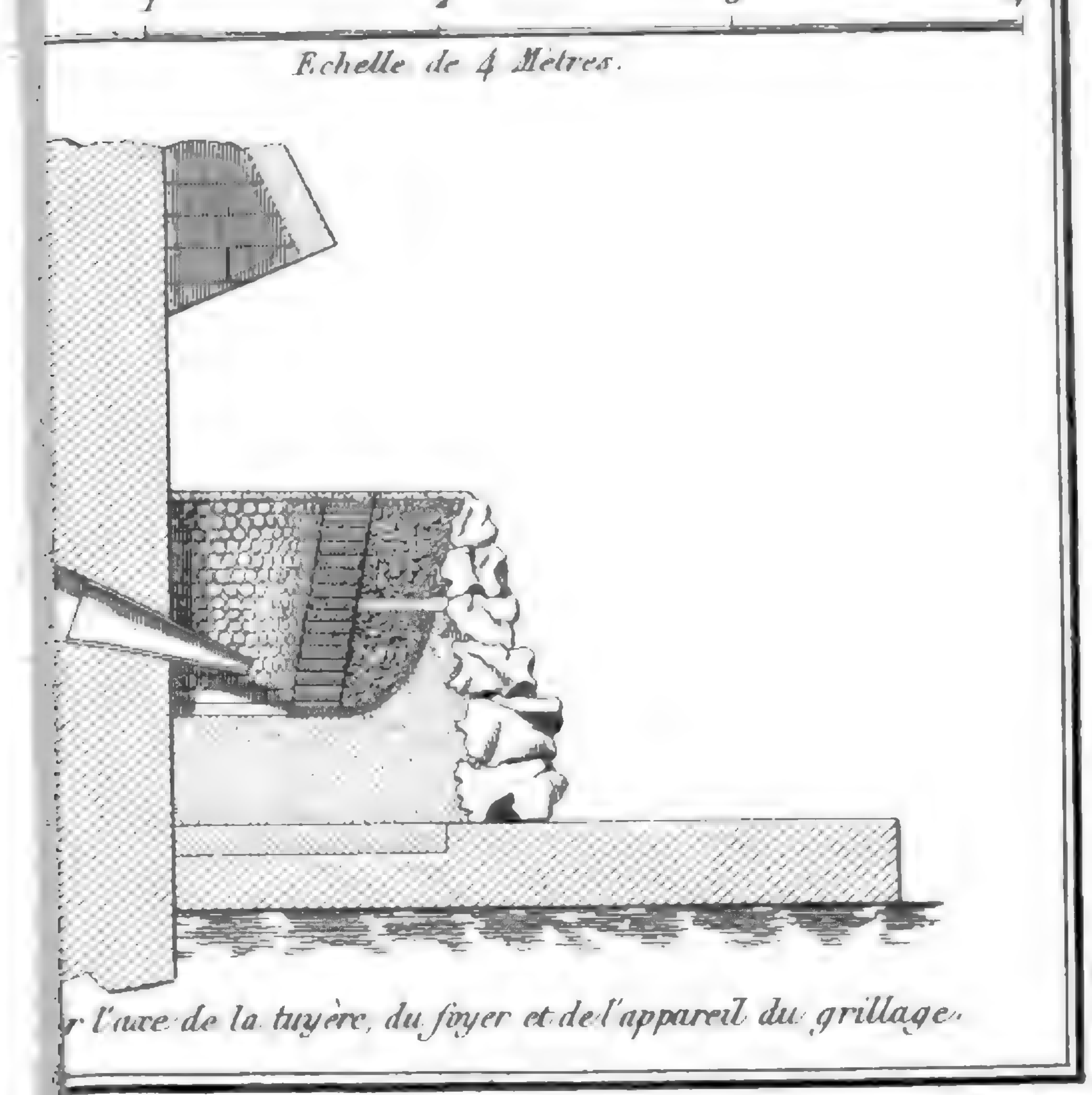


Fig. 3. Elévation, suivant CD du Plan.

1 2 3 4

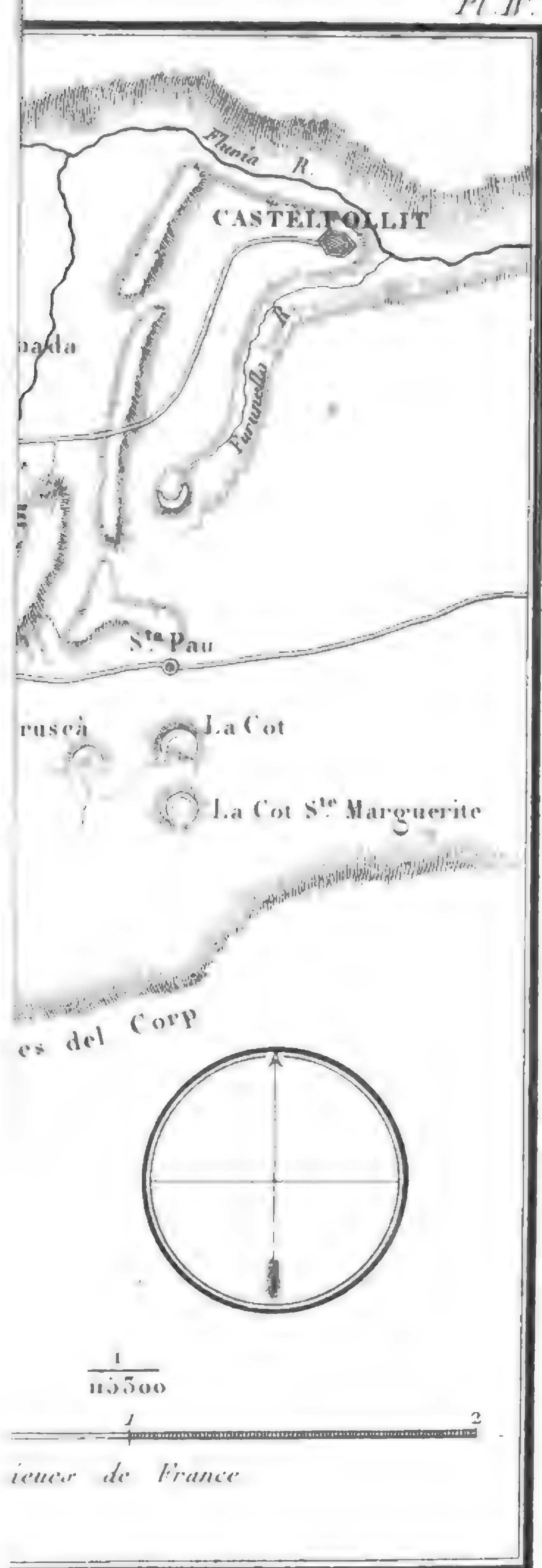
Echelle de 4 Mètres.



... l'axe de la tuyère, du foyer et de l'appareil du grillage.

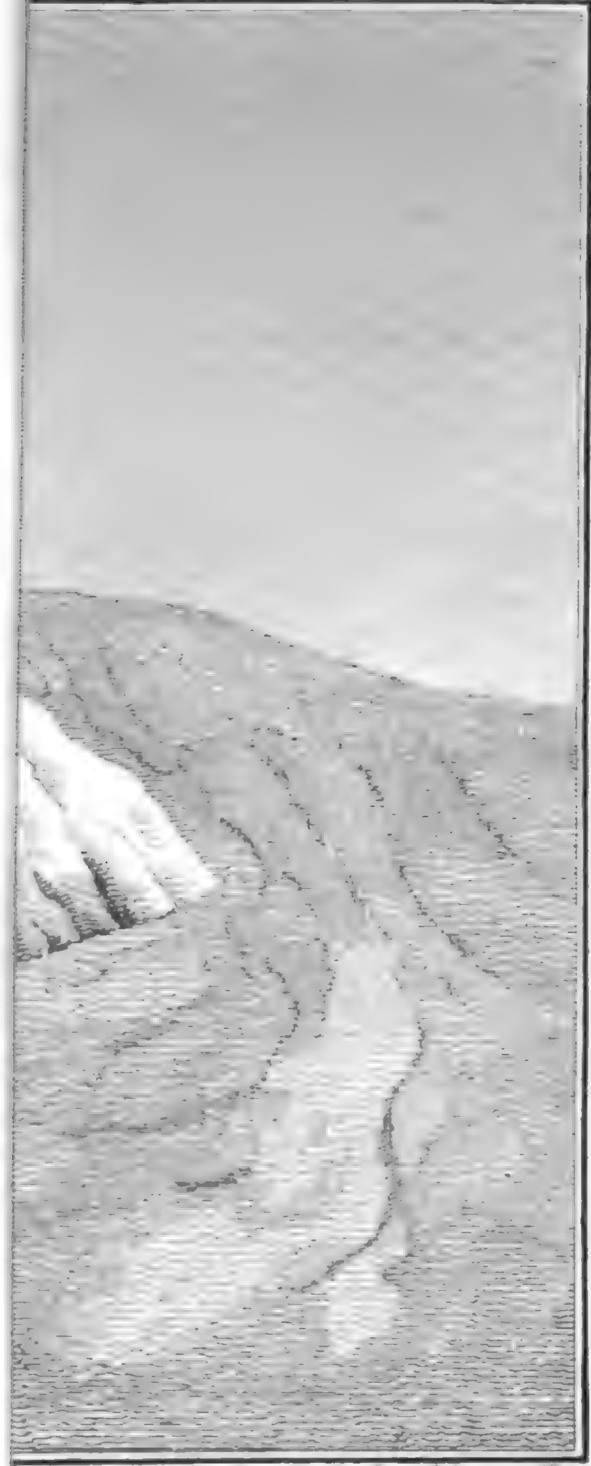
S. Botta sc.

Pl. IV.



Gravé par Berthe, Rue S.t Jacques, N.o 66.

Pl. V.



Montagne de Batet,
...epa .

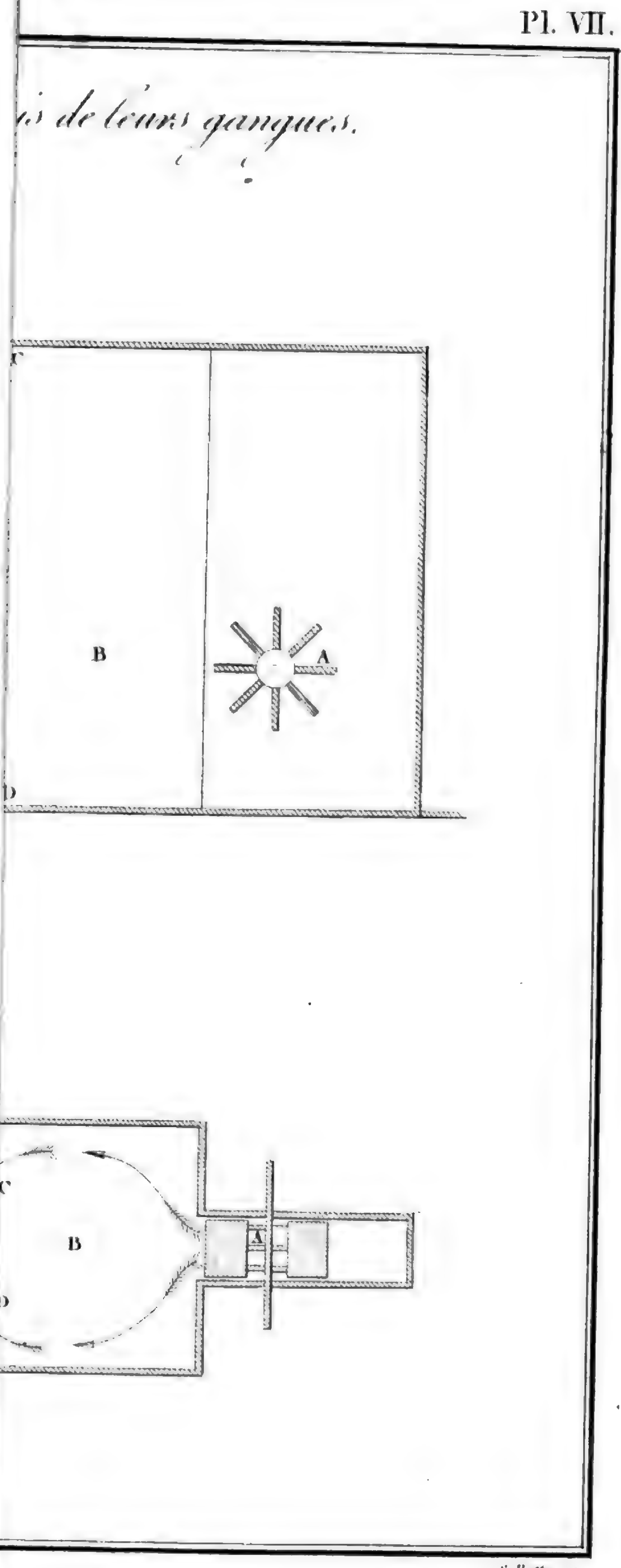


Pl. VI.

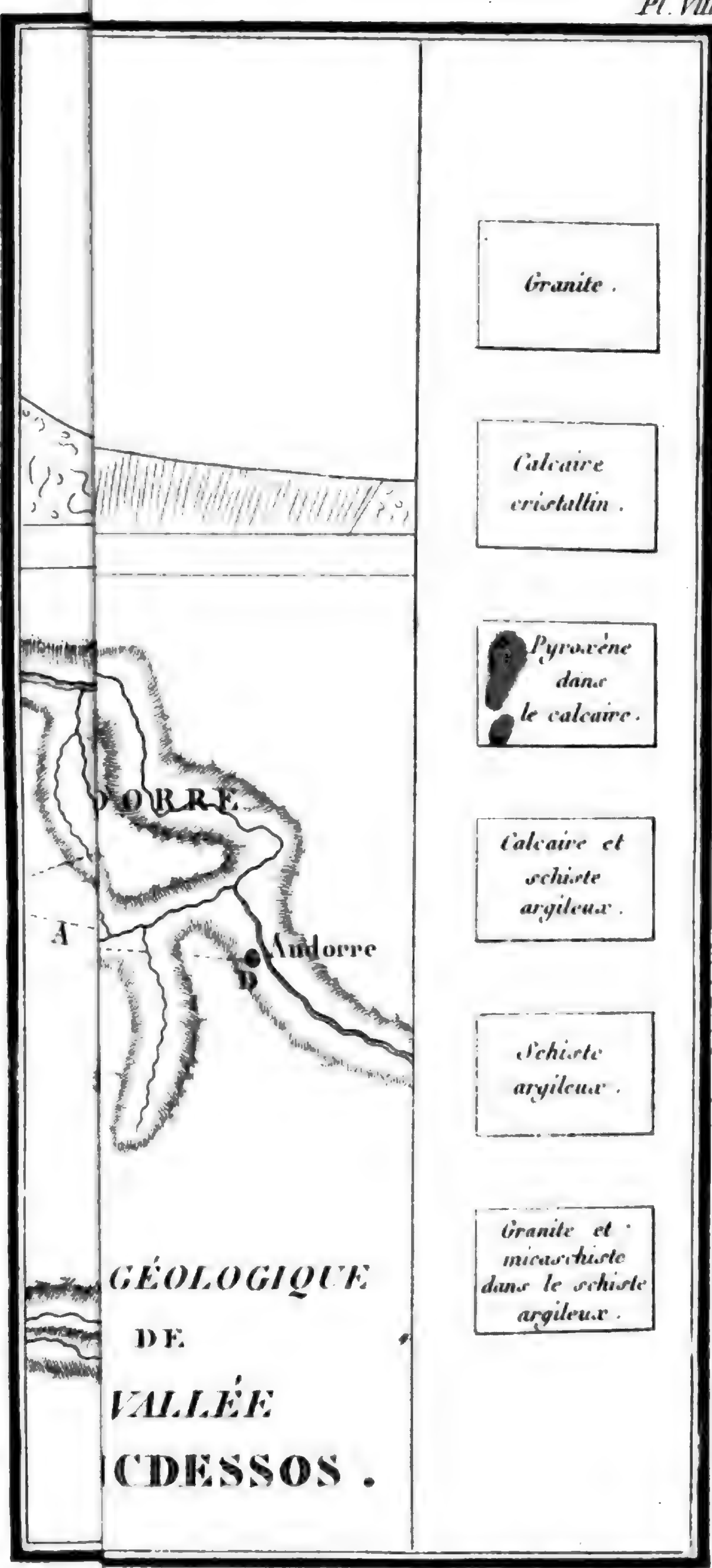


Gravé par Berthe, Rue St. Jacques, No. 41

...altefollit.



S. Botta sc.

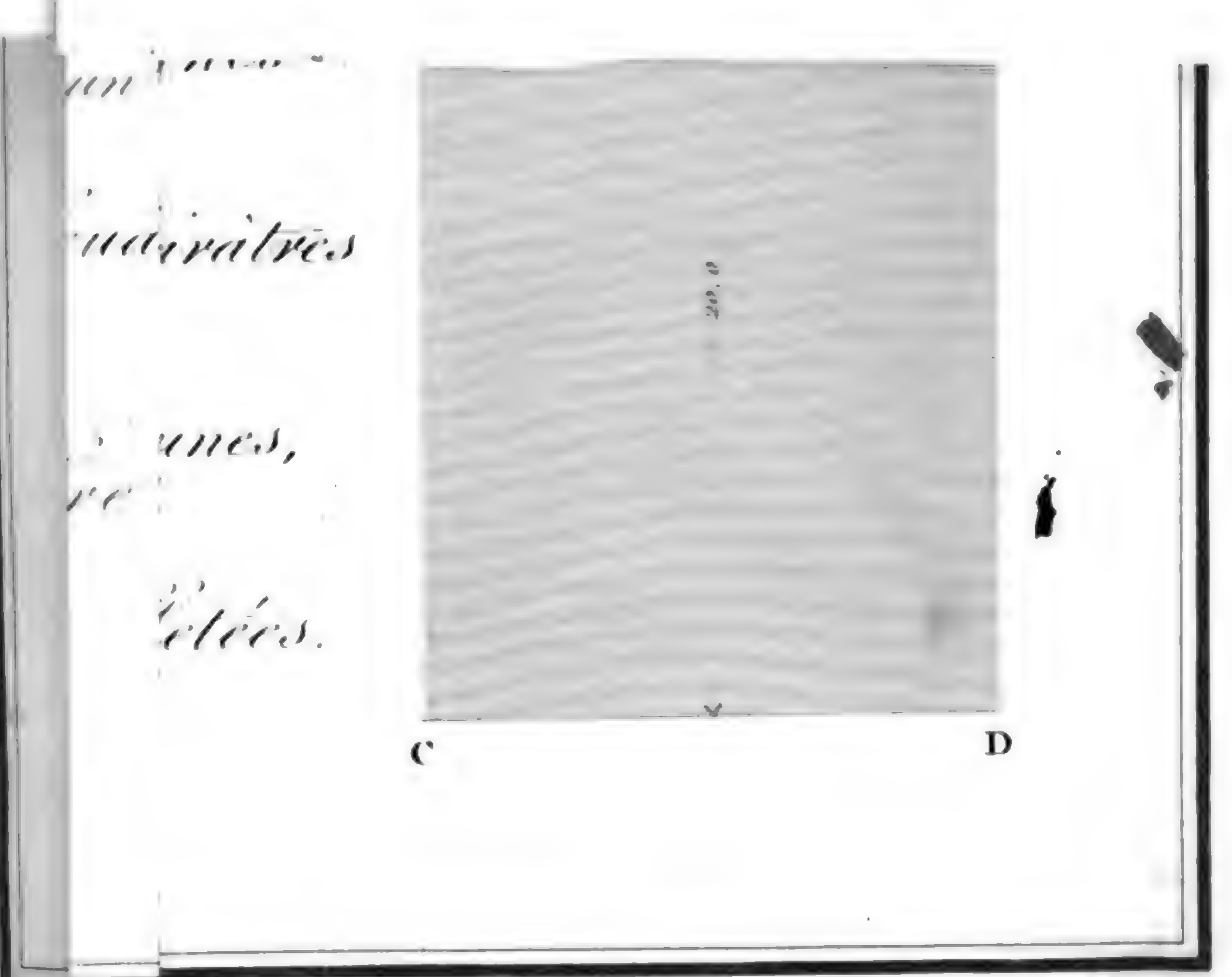


Gravé par Berthe, Rue St. Jacques, N.° 41.

Pl. IX.

ERRA

à l'Est)


C
D
S. Botta sc.

TERRAIN D'ARKOSE,

u central de la France.

ontagne de La Colancelle (Nièvre)

ernais. (faille située entre les 4.e et 5.e puits.)

élangée de minérai de fer en grains.

jaunâtre, en couches de 0.m 08 d'épaisseur.

phites: petites couches de 0.m 05 à 0.m 18

parées par des couches minces de marne

0.m 02 à 0.m 03 d'épaisseur.

argileux bleu, en rognons anguleux; couches

d'épaisseur (à chaux hydraulique) séparées par

très minces de marne fissile bleue foncée.

comme (5)

comme (10)

comme (5)

comme (10)

os banc de calcaire gris, plein de fissures.

gnons calcaires gris dans l'argile (à chaux hydraulique.)

Marne argileuse gris-verdâtre.

argile pure.

argile pure.

Marne argileuse rouge.

rognons calcaires rouges dans l'argile (à chaux hydraulique.)

Marne argileuse jaune et verte.

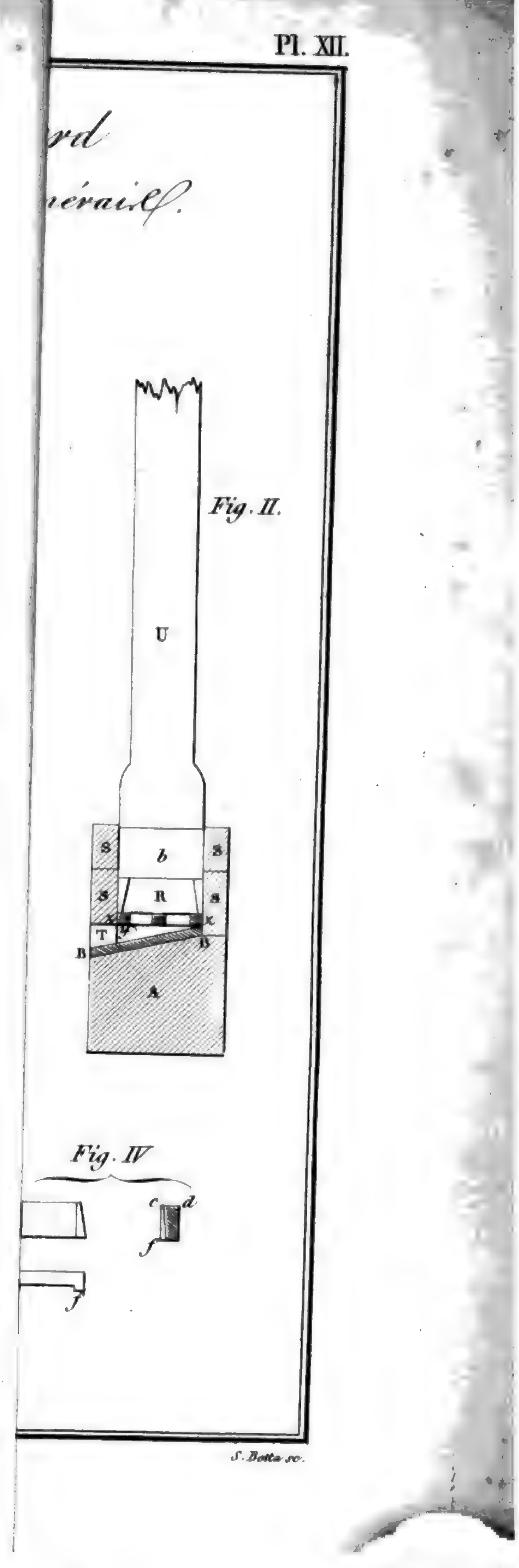
(1) Arkose

15 mèt.

Porphyre.

15 20 25 *Mètres.*

S. Botta sc.


rd
néraile.
Fig. II.
U
b
S
S
R
S
S
X
X
T
y
B
B
A
Fig. IV
c
d
f
f
S. Botta sc.

3-

